COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JANVIER 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution physique de la Lune; par* **M. Delaunay.**

« Dans un Mémoire lu à la Société astronomique de Londres, le 10 novembre 1854, et imprimé dans le tome XXIV des Mémoires de cette Société, M. Hansen établit que le centre de gravité de la Lune ne coïncide pas avec son centre de figure; il trouve que le centre de gravité est plus loin de nous que le centre de figure, et que la distance de ces deux points, projetée sur le rayon vecteur qui joint la Terre à la Lune, est d'environ 59 kilomètres. Cette importante proposition résulte de ce que les inégalités de la longitude de la Lune, calculées par la théorie de l'attraction, ne concordent complétement avec les indications fournies par les observations, qu'à la condition d'avoir été préalablement multipliées par un facteur plus grand que l'unité, que M. Hansen trouve égal à 1,0001544.

» L'explication en est très-simple. On sait que la Lune tourne toujours la même face vers la Terre, ce qui indique que les durées moyennes de la rotation de la Lune sur elle-même et de sa révolution autour de la Terre sont exactement les mêmes. Mais comme la rotation de la Lune s'effectue uniformément, tandis que son mouvement de révolution autour de la Terre présente des variations continuelles et périodiques de vitesse angulaire, ces

deux mouvements, tout en concordant rigoureusement l'un avec l'autre en moyenne, présentent cependant des discordances de détail plus ou moins grandes, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Le point de la surface de la Lune, qui nous paraît en général occuper le centre du disque de cet astre, se porte tantôt à l'est, tantôt à l'ouest du point central du disque, suivant que le mouvement angulaire périodiquement variable de la Lune autour de la Terre est en avance ou en retard sur le mouvement de rotation de la Lune sur elle-même : c'est ce qui constitue la *libration* de la Lune en longitude. Quand on calcule, par la théorie de l'attraction, les inégalités du mouvement de la Lune autour de la Terre, c'est au mouvement du centre de gravité de notre satellite que ces inégalités se rapportent; quand on observe la position de la Lune sur la voûte céleste, c'est son centre de figure que l'on considère et non son centre de gravité. Si ces deux points ne coïncident pas l'un avec l'autre, comme la rotation a lieu autour du centre de gravité, le centre de figure doit participer à la libration en longitude dont nous venons de parler; et comme la grandeur du déplacement apparent dû à cette libration est à chaque instant proportionnelle à la somme des inégalités périodiques de la Lune, il s'ensuit que, pour passer du centre de gravité, considéré par la théorie, au centre de figure auquel se rapportent les observations, il faut faire à l'expression théorique de la longitude du centre de gravité une correction proportionnelle à la somme des inégalités périodiques qu'elle renferme. Cela revient à multiplier la somme des inégalités périodiques par un facteur différent un peu de l'unité, plus grand que 1 si le centre de gravité est plus loin de nous que le centre de figure, plus petit que 1, au contraire, si c'est le centre de figure qui est le plus éloigné de la Terre.

» Ces idées de M. Hansen et la conséquence à laquelle elles l'ont conduit sont loin d'être restées inaperçues; elles ont vivement frappé tous ceux qui prennent intérêt aux progrès des sciences. Récemment elles ont été l'objet d'un examen spécial de la part de M. Simon Newcomb, de Washington, qui se livre avec tant de succès aux recherches d'astronomie théorique; j'ai l'honneur de présenter en son nom, à l'Académie, un exemplaire de la Note très-intéressante dans laquelle il a consigné le résultat de cet examen (*voir* au *Bulletin bibliographique*). M. Newcomb montre dans cette Note que la conclusion à laquelle M. Hansen est arrivé, relativement à la non-coïncidence du centre de gravité de la Lune avec son centre de figure, *ne repose sur aucun fondement logique*. Voici les raisons qu'il en donne.

» Si le centre de gravité de la Lune est plus éloigné de nous que son centre de figure, le facteur plus grand que l'unité par lequel on doit multiplier les inégalités de la longitude du centre de gravité pour en deduire les inégalités correspondantes du centre de figure, doit affecter aussi bien l'*équation du centre* que les inégalités dues à l'action perturbatrice du Soleil. Or l'équation du centre se détermine par l'observation du centre de figure de la Lune, et la valeur que l'on trouve ainsi doit être égale à celle que l'on trouverait si l'on observait le centre de gravité, augmentée dans le rapport indiqué par le facteur dont il s'agit; l'excentricité conclue de cette valeur de l'équation du centre, dont la partie principale lui est proportionnelle, doit donc aussi être égale à l'excentricité relative au centre de gravité multipliée par le même facteur. Or la plus grande des inégalités lunaires dues à l'action perturbatrice du Soleil, l'*évection*, est aussi, du moins dans sa partie principale, proportionnelle à l'excentricité, et, si l'on en fait le calcul en partant de la valeur de cette excentricité telle que la donnent les observations, on trouve, non pas l'évection correspondant au centre de gravité de la Lune, mais bien l'évection corrigée déjà dans le rapport convenable pour devenir ce qu'elle doit être relativement au centre de figure; donc « l'évection théorique doit s'accorder avec celle que fournit l'observation, lors même que les centres de gravité et de figure de la Lune ne coïncideraient pas l'un avec l'autre. » Ce n'est, d'après cela, qu'en considérant les inégalités autres que l'évection, que l'on peut parvenir à décider si ces deux centres sont réellement éloignés l'un de l'autre d'une quantité appréciable pour nous. De ces autres inégalités, il n'y a que la *variation* qui éprouve un changement sensible quand on la multiplie par le facteur 1,0001544 trouvé par M. Hansen, et encore le coefficient de cette inégalité ne se trouve-t-il modifié par là que d'enviren $\frac{1}{3}$ de seconde; or la nécessité de l'application d'une pareille correction à la *variation*, pour faire concorder sa valeur théorique avec les indications de l'observation, n'est pas suffisamment établie pour qu'on puisse en faire le point de départ d'aucune conclusion sur les positions respectives des centres de gravité et de figure de la Lune.

» Après avoir rappelé, comme je viens de le faire, la théorie établie par M. Hansen sur cette question, et indiqué l'objection capitale qui lui a été faite par M. Newcomb, j'ajouterai quelques réflexions que les idées de M. Hansen m'avaient suggérées depuis longtemps, et qui me portaient à n'admettre qu'avec une grande réserve les conséquences auxquelles il avait été conduit.

» Par suite de la position fortement excentrique qu'il attribuait au centre de gravité de la Lune par rapport à son centre de figure, M. Hansen disait : « D'après cela on doit considérer les deux hémisphères de la Lune, » dont l'un est visible et l'autre invisible pour nous, comme essentielle- » ment différents par rapport aux couches de niveau, aux climats et à tout » ce qui en dépend. Comme les couches de niveau se règlent principale- » ment par rapport au centre de gravité, l'hémisphère de la Lune tourné » vers nous s'élève beaucoup plus au-dessus du niveau moyen que ne le » fait l'hémisphère opposé; et quoique celui-là se présente à nous comme » une contrée stérile, exempte d'une atmosphère et de tout être vivant, » on ne peut plus conclure que l'autre hémisphère ne soit doué d'une at- » mosphère, et qu'il n'y ait de végétation et d'êtres vivants. Aux bords de » la Lune doit régner à peu près le niveau moyen, et, en effet, on ne peut » pas dire que là il ne se serait montré aucune trace d'une atmosphère (1). »

» Certes nous ne pouvons pas dire *à priori* que les choses ne sont pas telles que M. Hansen les indique dans ce passage; et si des observations précises et irrécusables venaient établir que c'est bien ainsi que la Lune est constituée, nous serions bien obligés de l'admettre. Mais nous ne pouvons nous dissimuler que cela ne concorderait pas le moins du monde avec les idées auxquelles l'ensemble des phénomènes observés nous ont conduits relativement à la figure des corps célestes et aux circonstances qui doivent se présenter sur leurs surfaces.

» Tout nous porte à regarder les planètes et leurs satellites, la Lune en particulier, comme ayant été fluides à une époque plus ou moins reculée, et comme ayant pris naturellement, par suite de leur fluidité, la forme arrondie et presque sphérique que nous leur voyons. Dans ces conditions, si les diverses parties matérielles d'un astre n'avaient été soumises qu'à leurs actions mutuelles, et si la masse entière n'avait pas été animée d'un mouvement de rotation sur elle-même, cette masse aurait pris exactement la figure d'une sphère. L'existence d'une rotation autour d'un axe, en développant des forces centrifuges perpendiculaires à cet axe, a dû produire un aplatissement plus ou moins prononcé, analogue à celui de notre globe; et de plus, dans le cas de la Lune, dont le mouvement de rotation maintient toujours un même hémisphère du côté de la Terre, l'attraction terrestre a dû produire un allongement du globe lunaire suivant le diamètre dirigé vers la Terre. Mais, dans tous les cas, la surface extérieure de

(1) Cette citation est textuelle. Le Mémoire de M. Hansen est écrit en français.

cette masse fluide devait être une surface de niveau. En passant de l'état fluide à l'état solide, par suite du refroidissement progressif qu'elle éprouvait, la masse que nous considérons a dû conserver la forme qu'elle avait prise antérieurement; il a pu, tout au plus, en raison de l'inégale contraction des diverses parties, se produire, dans la croûte solide formée à la surface, des rides, des plissements, des dislocations, qui ont amené des dénivellations partielles; mais ces altérations de forme n'ont pas pu avoir, sur la figure de l'ensemble, une telle influence que les traits caractéristiques qu'elle présentait avant la solidification fussent complétement masqués. C'est ainsi que, sur la Terre, où de pareilles déformations de la croûte superficielle sont rendues évidentes par l'étude de la constitution des divers terrains, la forme générale de cette croûte solide présente tous les caractères d'une surface de niveau; en effet, les eaux de la mer, qui sont répandues dans les cavités de cette croûte, et qui, par leur ensemble, constituent, à proprement parler, un immense niveau, montrent que partout, sauf quelques exceptions peu étendues et toutes locales, la surface du globe s'éloigne fort peu de la surface de niveau que ces eaux déterminent.

» Comment admettre, après cela, avec M. Hansen, que la surface de la Lune serait assez différente d'une surface de niveau, pour que l'atmosphère lunaire, s'il y en a une, se trouvât reportée tout entière sur l'hémisphère que nous ne voyons pas, tandis que l'hémisphère tourné vers nous en serait complétement privé? Il me semble que cela n'est pas possible, tant que nous n'aurons pas des raisons puissantes pour croire que la Lune présente, dans sa constitution, des conditions tout autres que celles du globe que nous habitons.

» La base sur laquelle M. Hansen s'appuyait pour établir l'idée que je combats en ce moment venant d'être fortement ébranlée, sinon tout à fait anéantie, par M. Simon Newcomb, les considérations que je viens de présenter perdent certainement de leur importance; j'ai pensé cependant qu'il n'était pas inutile de les soumettre à l'Académie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur l'acide azoteux; par* **M. E. Fremy.**

« La chimie minérale, trop délaissée aujourd'hui, offre cependant encore aux chimistes des sujets de recherches nombreux et intéressants. Les questions de chimie élémentaire, que l'on croit épuisées, peuvent presque toujours être reprises utilement, et le corps qui paraît le mieux étudié présente souvent de grandes lacunes dans son histoire.

» Ces considérations s'appliquent à plusieurs acides minéraux, et particulièrement à l'acide azoteux, qui, par la mobilité de ses éléments, se prête, comme les substances organiques, aux réactions les plus variées.

» Déjà, dans mes recherches sur les acides sulfazotés, j'ai démontré le parti que l'on pouvait tirer de l'acide azoteux pour produire toute une classe nouvelle d'acides doubles.

» Dans cette Communication, je me propose d'étudier de nouveau cet acide, qui intervient dans un grand nombre de phénomènes chimiques et qui joue un rôle si considérable dans la fabrication, encore obscure, de l'acide sulfurique.

» L'acide azoteux présente trois caractères qui le recommandent à l'attention des chimistes :

» 1° L'eau le dédouble en acide azotique et en deutoxyde d'azote;

» 2° Il agit comme réducteur ou comme oxydant dans plusieurs réactions;

» 3° Il peut être lui-même décomposé sous l'influence des corps hydrogénés et se modifier par substitution.

» C'est l'étude de ces trois phénomènes qui m'a particulièrement occupé dans ce travail; je parlerai d'abord de l'action de l'eau sur l'acide azoteux.

» On admet généralement que cet acide se dédouble dès qu'il arrive au contact de l'eau; cette décomposition est représentée par la formule suivante :

$$3\,AzO^3 + HO = AzO^5, HO + 2\,AzO^2.$$

C'est elle qui, dans la théorie de la fabrication de l'acide sulfurique, permet d'expliquer la régénération de l'acide azotique.

» Pour étudier ce curieux dédoublement, je me suis placé dans deux conditions différentes. J'ai fait arriver, dans une première série d'essais, une petite quantité d'eau dans un grand excès d'acide azoteux; dans d'autres expériences, l'acide azoteux se rendait au contraire lentement dans un excès d'eau : les phénomènes ont varié avec les quantités d'eau que j'employais.

» Lorsqu'une faible proportion d'eau vient réagir sur un excès soit d'acide azoteux pur, soit d'acide hypoazotique, Az^2O^8, soit d'acide azotosulfurique, $2\,SO^3, AzO^3, HO$, j'ai constaté qu'il se forme de l'acide azotique et qu'il ne se dégage que du deutoxyde d'azote. Pour vérifier ce fait, j'ai produit ainsi plus de 20 litres de deutoxyde d'azote qui a été absorbé par le sulfate de protoxyde de fer sans laisser de résidu; il était donc absolument pur.

» Les phénomènes ne sont plus les mêmes lorsqu'on fait arriver dans un grand excès d'eau froide de l'acide azoteux pur, ou les combinaisons de cet acide avec les acides azotique et sulfurique. J'ai constaté alors un fait qui m'a surpris, parce qu'il est en contradiction avec ce que l'on professe d'habitude : c'est que l'acide azoteux, soit pur, soit en combinaison avec d'autres acides, peut se dissoudre dans l'eau sans éprouver de décomposition.

» Une pareille dissolution, qui, pour d'autres corps, n'aurait aucune importance, est au contraire très-intéressante lorsqu'il s'agit de l'acide azoteux; on sait en effet combien il est difficile d'étudier cet acide à l'état de vapeur; sa dissolution dans l'eau m'a permis de constater sur ce corps plusieurs propriétés nouvelles.

» La dissolution d'acide azoteux est beaucoup plus stable qu'on ne pourrait le croire : elle se conserve pendant plusieurs jours à la température ordinaire; l'ébullition la décompose en produisant de l'acide azotique et du deutoxyde d'azote; même dans ces conditions, la décomposition de l'acide azoteux n'est pas instantanée.

» L'eau froide dissout également, sans décomposition immédiate, les combinaisons de l'acide azoteux avec les acides sulfurique et azotique. Ces liqueurs permettent même de faire toutes les expériences que l'on pourrait exécuter avec la dissolution d'acide azoteux, car elles sont beaucoup plus stables qu'elle.

» Les corps divisés agissent d'une manière remarquable sur la dissolution d'acide azoteux. Lorsqu'on introduit dans ce liquide des substances pulvérulentes qui ne peuvent agir que par leur présence, telles que du sable, du plâtre et surtout du charbon, l'acide azoteux se dédouble immédiatement en dégageant du deutoxyde d'azote et en produisant de l'acide azotique.

» J'ai dit que la seconde propriété intéressante de l'acide azoteux était son pouvoir réducteur; sous ce rapport, il peut être en quelque sorte assimilé à l'acide sulfureux.

» Dans mon Mémoire sur l'osmium, j'avais déjà employé avec avantage les azotites ponr réduire les osmiates et produire, à l'état cristallisé, les nouveaux sels que j'ai décrits sous le nom d'*osmites*.

» Cette puissance de réduction appartient aussi à l'acide azoteux; la dissolution dans l'eau décompose à froid le permanganate de potasse et réduit immédiatement le chlorure d'or.

» Une liqueur titrée de permanganate de potasse m'a servi souvent pour

déterminer la quantité d'acide azoteux libre qui se trouve dans une liqueur, ou celle qui est engagée en combinaison avec l'acide sulfurique dans l'acide azotosulfurique.

» L'acide azoteux agit sur l'acide sulfhydrique comme l'acide sulfureux ; il le décompose immédiatement en précipitant du soufre.

» Il déplace le brome et l'iode des bromures et des iodures, en oxydant les métaux et en donnant d'abord à ces sels une réaction alcaline, comme M. Cloëz l'a prouvé : la dissolution très-étendue d'acide azoteux exerce donc absolument la même réaction que l'ozone sur les papiers ozonométriques.

» De toutes les propriétés de l'acide azoteux, les plus intéressantes sont celles que l'on observe dans la réaction de l'acide sulfureux et de l'hydrogène sur cet acide.

» Lorsque l'acide sulfureux réagit à froid sur l'acide azoteux, il se forme d'abord quelques-uns de ces acides doubles que j'ai décrits dans mes recherches sur les sels sulfazotés.

» Ces acides ne résistent pas à l'action de la chaleur ; aussi lorsqu'on fait agir, à chaud, l'acide sulfureux sur l'acide azoteux, obtient-on les produits de dédoublement des acides sulfazotés, c'est-à-dire de l'ammoniaque, du deutoxyde d'azote et même du protoxyde d'azote.

» Si l'on fait passer à froid de l'acide sulfureux dans de l'acide azotosulfurique, tel que celui qui se produit dans la colonne de Gay-Lussac, c'est du deutoxyde d'azote pur qui se dégage.

» Mais lorsqu'on mélange deux dissolutions d'acide sulfureux et d'acide azoteux et qu'on chauffe légèrement la liqueur, on obtient alors du protoxyde d'azote.

» En présence de ces deux faits importants, l'action de l'acide sulfureux qui décompose l'acide azotosulfureux et qui en dégage du deutoxyde d'azote, et la transformation de l'acide azoteux en protoxyde d'azote sous l'influence de l'acide sulfureux, il m'est impossible de ne pas faire ressortir ici tout l'intérêt que présentent ces observations au point de vue de la production industrielle de l'acide sulfurique.

» On sait que, théoriquement, dans la fabrication de l'acide sulfurique, le composé nitreux agissant sur l'air et sur l'eau devrait se régénérer toujours.

» Mais la pratique ne confirme pas les indications de la théorie ; on est loin de régénérer en grand tout l'acide azotique que l'on a employé, et c'est par des sommes considérables qu'il faut représenter les quantités de composés nitreux qui sont perdues.

» Les causes de cette perte sont à peu près inconnues : les réactions de l'acide azoteux que je viens de signaler me paraissent de nature à les faire connaître et permettront peut-être de les éviter.

» En m'appuyant sur les faits qui précèdent, je n'hésite pas à dire que c'est l'acide sulfureux en excès qui est la cause principale de la perte du composé nitreux dans la fabrication de l'acide sulfurique ; c'est lui qui, en traversant la colonne de Gay-Lussac, décompose l'acide azotosulfurique qui s'y trouve et en dégage du deutoxyde d'azote, qui est absolument perdu pour la fabrication ; c'est encore lui qui décompose à chaud le composé nitreux et le change en protoxyde d'azote, qui ne peut plus être utilisé dans les chambres de plomb.

» Il faut encore ajouter que l'acide azoteux n'est pas le seul composé nitreux qui soit transformé en protoxyde d'azote par l'action de l'acide sulfureux : j'ai reconnu que l'acide azotique lui-même est ramené facilement à l'état de protoxyde d'azote, lorsqu'on le chauffe avec une quantité suffisante d'acide sulfureux.

» En me résumant sur ce point, je dirai donc que l'excès d'acide sulfureux dans les chambres et l'échauffement exagéré des gaz, sont les causes véritables de la consommation inutile des composés nitreux dans la fabrication de l'acide sulfurique.

» Les considérations théoriques que je viens de présenter sont du reste confirmées par les observations industrielles. Des fabricants attentifs ont souvent signalé la présence du protoxyde d'azote dans les chambres de plomb.

» Si l'action de l'acide sulfureux sur l'acide azoteux m'a conduit à des conséquences qui intéressent la chimie industrielle, la décomposition de l'acide azoteux par l'hydrogène me permettra d'établir plusieurs faits qui me paraissent présenter, au point de vue de la théorie, une importance incontestable.

» Pour apprécier les proportions d'acide azoteux contenu dans une liqueur, j'ai souvent eu recours à la réduction de cet acide par l'hydrogène, que j'aurais appelé *naissant*, avant le Mémoire si intéressant que notre savant confrère M. H. Sainte-Claire Deville a lu dans la dernière séance de l'Académie.

» J'oxyde l'acide azoteux par le permanganate de potasse, et ensuite je transforme par l'hydrogène l'acide azotique en ammoniaque, que je dose au moyen de l'acide sulfurique titré.

» Pour arriver à des déterminations exactes, j'ai dû examiner toutes les circonstances qui accompagnent cette réduction. Dans le cours de cette étude, j'ai observé un fait que je crois important.

» Lorsque l'acide azotique est soumis à l'action de l'hydrogène, il se transforme d'abord en acide azoteux, comme M. Terreil l'a constaté, puis en ammoniaque. Mais ces deux corps ne sont pas les seuls qui se forment dans la réaction; il s'en produit un troisième, que j'ai reconnu à l'influence qu'il exerce sur le permanganate de potasse.

» Les azotites alcalins n'agissent pas sur ce réactif, tandis que le nouveau corps décompose le permanganate de potasse, même en présence d'un grand excès d'alcali.

» C'est ce caractère, en apparence peu important, qui m'a guidé cependant dans les recherches difficiles dont je vais faire connaître les résultats.

» J'ai pensé que le nouveau corps devait être produit par l'action des réducteurs sur l'acide azoteux ou sur les azotites; j'ai donc soumis ces deux composés à l'influence de tous les agents de réduction que nous connaissons, tels que l'hydrogène, l'acide sulfureux, l'acide sulfhydrique, les sulfures, les métaux alcalins, le zinc, l'aluminium, le magnésium, etc. Presque tous ces corps, en agissant sur l'acide azoteux ou sur les azotites, ont produit le composé que je cherchais, mais toujours en quantité trop faible pour en faire même une étude superficielle.

» Après bien des essais infructueux, je suis arrivé enfin à trouver une réaction très-simple qui m'a permis de produire en quantité notable le corps que je n'avais fait qu'entrevoir jusqu'alors : je veux parler ici de la décomposition des azotites par l'amalgame de sodium.

» Pour éviter toute influence des corps étrangers, je prépare d'abord l'azotite de potasse en calcinant du nitre dans une capsule de platine, je le fais dissoudre dans l'eau et je le soumets à l'action de l'amalgame de sodium : j'ai opéré également sur l'azotite de soude que l'on peut obtenir très-pur, car il cristallise avec une grande facilité.

» Dans ce cas, l'azotite est réduit, et j'obtiens alors facilement le corps que j'avais produit dans d'autres réactions et qui se reconnaît aux caractères suivants :

» Il possède un pouvoir réactif très-énergique; il décompose immédiatement et à froid les sels d'or, d'argent, de mercure et de cuivre; les trois premiers sels laissent précipiter les métaux purs; le sel de cuivre produit de l'hydrate de protoxyde; il décolore le permanganate de potasse, même en présence d'un excès d'alcali, ce que ne fait pas un azotite; il peut être

évaporé à sec dans le vide sans se décomposer, il résiste pendant longtemps à l'action de l'eau bouillante; l'acide acétique ne le détruit pas, mais il est décomposé par les acides énergiques; dès qu'on le chauffe avec un excès d'alcali, il dégage de l'ammoniaque et perd immédiatement ses propriétés réductives : dans cette décomposition, il se dégage en même temps du protoxyde d'azote.

» Quelle est la nature d'un pareil corps, qui se forme dans l'action de l'hydrogène sur les azotites et qui est un réducteur plus énergique que l'acide azoteux?

» Doit-on le considérer comme une sorte de corps amidé, comme un acide azoteux hydrogéné, ou comme un acide moins oxygéné que l'acide azoteux?

» On comprend que je n'oserai me prononcer sur un fait aussi important que lorsqu'il me sera possible de produire le nouveau corps à l'état de pureté et en quantité suffisante pour en faire une étude complète.

» Ce qui, du reste, augmente à mes yeux l'intérêt de la question que je traite devant l'Académie, c'est que l'acide azoteux n'est pas le seul acide qui puisse produire un composé réducteur par l'action de l'amalgame de sodium : cette propriété s'étend aux acides de la même classe. Je me trouve donc probablement en présence d'un nouveau groupe de composés chimiques.

» J'ai reconnu, en effet, qu'en soumettant l'acide arsénieux ou les arsénites à l'influence de l'amalgame de sodium, on obtient un corps réducteur aussi actif que celui qui dérive de l'acide azoteux, mais qui est encore moins stable.

» Il réduit à froid le permanganate de potasse, les sels d'or, d'argent, de mercure et de cuivre. Il se dissout dans l'eau; sa dissolution est incolore, mais elle se décompose spontanément en devenant d'abord brune et en laissant déposer de l'hydrure d'arsenic.

» Dès que l'hydrure arsenical s'est précipité, la liqueur a perdu tout pouvoir réductif, comme le composé azoté lorsqu'il a dégagé de l'ammoniaque.

» Ces deux composés azotés et arsenicaux me paraissent donc être absolument de même nature : le but principal de cette Communication était de faire connaître leur mode de production et leurs caractères.

» Je présenterai prochainement à l'Académie la suite de ces études, dans lesquelles je suis aidé avec beaucoup de zèle et d'intelligence par un jeune chimiste, M. Maudet. »

ÉLECTRO-CAPILLARITÉ. — *Huitième Mémoire sur les phénomènes électro-capillaires* (deuxième Partie : *de la cause des courants musculaires, nerveux, osseux et autres*); *par* **M. Becquerel.** (Extrait.)

« Galvani, Nobili, Matteucci, M. du Bois-Reymond, et autres physiologistes ou physiciens éminents ont cherché à jeter les bases de l'électro-physiologie, en s'appuyant sur ce fait, que les muscles et les nerfs sont des électromoteurs, quand ils forment des circuits fermés, soit avec un arc métallique, soit en mettant en communication un muscle avec le nerf correspondant dégagé des tissus adjacents; mais cette propriété ne suffit pas pour démontrer que ces électromoteurs fonctionnent comme tels dans les corps vivants et interviennent dans les fonctions organiques, attendu qu'on ne trouve pas dans ces corps les conditions voulues pour qu'il en soit ainsi. Jusqu'ici on n'y a reconnu que l'existence des courants électro-capillaires décrits dans la première Partie de ce Mémoire.

» Je me suis attaché, dans la deuxième Partie, à prouver que les courants dont il est question ont une origine chimique et nullement organique, en indiquant et mesurant les forces qui les produisent, et ne prenant pour base que l'expérience. Je ne parle de l'irritabilité des nerfs et de l'excitabilité des muscles que sous le rapport de l'influence qu'exercent les courants électriques sur ces propriétés.

» Les muscles et les nerfs ne doivent donc pas être considérés, dans la théorie électrotonique, comme des piles composées d'éléments organiques, possédant une électricité propre et qui interviennent dans les fonctions musculaires et nerveuses. Matteucci et autres chimistes et physiologistes n'ont pas admis l'existence de ces piles; mais il faut dire aussi qu'ils n'ont rien substitué à la place.

» Avant de parler des bases de la théorie électrotonique, j'ai cru convenable de passer en revue les principales théories mises successivement en avant par Davy, Berzélius et Ampère, à l'aide desquelles ils ont cherché à prouver que les actions chimiques avaient une origine électrique, théories que j'ai combattues quand elles parurent. Les objections qu'elles soulevèrent s'appliquent également à la constitution moléculaire électrique des corps organisés; c'est pour ce motif que je les ai exposées avec d'assez grands développements.

» Davy, en partant de la théorie de contact, avait admis en principe que les substances qui se combinent chimiquement présentent des états électriques opposés : « En supposant, dit-il, une liberté parfaite, dans le mou-

» vement de leurs particules, elles doivent s'attirer l'une et l'autre, en vertu » de leurs pouvoirs électriques, et si ces pouvoirs sont assez exaltés pour » leur donner une force attractive supérieure au pouvoir de l'agrégation, » il se forme une combinaison, en même temps qu'il se dégage de la cha- » leur par la recomposition des deux électricités. » Cette théorie, qui repose sur les effets électriques de contact, a été abandonnée quand j'eus démontré que le contact de deux corps conducteurs qui n'est pas suivi d'une action mécanique, physique ou chimique, ne trouble pas l'équilibre des forces électriques.

» Berzélius suivit une autre marche : il supposa que les atomes possédaient une certaine polarité électrique et une différence d'intensité dans l'action de chaque pôle. Dans cette hypothèse, les corps étaient électro-positifs ou électro-négatifs, dans les combinaisons, selon que l'un ou l'autre pôle prédominait. Il assimilait, en un mot, les atomes des corps à des tourmalines qui deviennent électriques par échauffement ou par refroidissement. Cette assimilation n'était pas justifiée par l'expérience, car les cristaux de tourmaline n'étant électriques que lorsque leur température s'élève ou s'abaisse, et cela encore jusqu'à 150 degrés environ, il devait s'ensuivre que les atomes hétérogènes n'exerçaient aucune action les uns sur les autres, lorsque leur température était constante et ne dépassait pas 150 degrés. Cette théorie ne fut donc pas acceptée.

» Ampère essaya de lever cette difficulté en admettant que les atomes possèdent, chacun, suivant leur nature, une électricité propre, les uns étant positifs, les autres négatifs, et en outre une atmosphère d'électricité contraire, qui dissimule leur électricité propre. Une combinaison a-t-elle lieu, les atomes se débarrassent de leurs atmosphères, en produisant de la chaleur, et restent unis en vertu de l'attraction réciproque de leur électricité de signe contraire. Dans la décomposition, les atomes reprennent leurs atmosphères. Cette théorie présentait de graves difficultés, elle n'expliquait pas, par exemple, comment deux corps électo-positifs ou électro-négatifs pouvaient se combiner ensemble, comment deux atomes possédant une électricité contraire entourés de leurs atmosphères pouvaient réagir l'un sur l'autre, etc., etc.

» Cette théorie, quoique très-ingénieuse, ne fut pas adoptée. Dans la théorie électrotonique, on considère les molécules organiques comme ayant une forme cylindrique dont les axes sont parallèles à l'axe du muscle; la surface des cylindres est électrisée positivement, les faces des bases tournées vers les sections transversales des muscles sont chargées d'électricité

négative ; tous les cylindres se trouvent dans un liquide conducteur indifférent. D'après cette description, les électricités de même nom de deux surfaces tournées l'une vers l'autre, se détruisent réciproquement (1). Or, on ne peut admettre que les électricités de même nom de deux surfaces tournées l'une vers l'autre se détruisent; elles se repoussent seulement. D'un autre côté, cette pile jouirait de cette singulière propriété qu'en la coupant en deux, les deux surfaces séparées posséderaient la même électricité, ce qui est contraire à la constitution de la pile voltaïque; d'autres objections peuvent être encore faites à cette théorie, qui ne peut être admise, comme je le démontre dans mon Mémoire.

» Je parle ensuite des courants musculaires et nerveux. Il ne suffit pas d'avancer qu'il y a un courant électrique dans les êtres vivants, par cela même qu'on observe une production d'électricité lors de la réaction entre deux liquides différents, séparés par une membrane ou un tissu cellulaire; il faut encore faire connaître le corps conducteur solide, à l'aide duquel se produit le courant électrique qui agit comme force physique et comme force chimique : cette condition est remplie en ce qui concerne les courants électro-capillaires auxquels je rapporte les phénomènes de nutrition des tissus, et nullement dans l'hypothèse dont il est question.

» Je passe ensuite à l'état électrotonique.

» Lorsqu'on fait passer un courant constant dans une certaine longueur de nerf, ce nerf éprouve un changement dans son irritabilité. M. du Bois-Reymond a appelé ce nouvel état *électrotonique*. M. Pfluger, en analysant ce phénomène, a constaté que l'irritabilité du nerf, dans le voisinage de l'électrode négative est augmentée, et diminuée près de l'électrode positive, et que dans l'intervalle se trouve un point neutre. Dans ce mode d'expérimentation il y a des effets physiques et des effets chimiques produits; Faraday a appelé les premiers *électrotoniques*, acception différente de celle que l'on a donnée à l'état du nerf parcouru par un courant; ces effets résultent de l'état de tension dans lequel se trouvent les molécules du nerf pendant le passage du courant dans un fil conducteur, lequel produit, quand il cesse, un courant d'induction dans le même sens que le courant initial; dans un métal, le retour des molécules à leur état naturel d'équilibre est immédiat; mais on ignore s'il en est de même dans les corps médiocres conducteurs comme les nerfs. D'un autre côté, le courant électrique opère des transports de matières du pôle positif au pôle négatif, au travers des tissus. Quant à

(1) *Éléments de Physiologie* du Dr Ermann, traduction du Dr Onimus, p. 241.

l'action électro-chimique du courant, elle consiste en ce que le courant dépose, sous l'électrode négative, de l'alcali, et de l'acide sous l'électrode positive; l'acide coagule en même temps l'albumine, dans la zone acide; toutes ces causes doivent agir sur l'irritabilité du nerf, notamment l'alcali en l'augmentant, comme on le sait, l'acide en la diminuant dans les zones où ils se trouvent; les effets produits sont donc complexes. Entre les deux zones, où il n'y a ni acide, ni alcali, l'irritabilité du nerf n'est pas changée.

» Dans le courant propre de la grenouille, tel que l'ont mis en évidence d'abord Galvani, puis Nobili, la cessation de la contraction du muscle de la jambe, au bout de peu de temps, dépend non-seulement de l'affaiblissement de l'irritabilité du nerf, mais encore d'une polarisation secondaire donnant lieu à un courant en sens inverse, dont on démontre l'existence.

» Il est à remarquer, toutefois, que l'expérience de Galvani ne réussit qu'autant que les nerfs lombaires sont isolés des tissus environnants, ce qui exclut déjà la possibilité de l'existence de semblables courants dans les êtres vivants. Des expériences rapportées dans mon Mémoire viennent à l'appui de cette conclusion.

» Le courant musculaire, découvert par Matteuci, et le courant nerveux par M. du Bois-Reymond, est celui que l'on obtient lorsqu'on met en communication métallique un point de la surface avec un autre d'une section transversale ou près de la surface, ou sans communication métallique immédiate, comme on le fait avec l'appareil de M. du Bois-Reymond; ces courants allant de l'intérieur à l'extérieur du tissu, en suivant le conducteur, ont sans aucun doute une origine chimique, et on peut en constater l'existence pendant plusieurs semaines avec certaines précautions; ce courant est dû à la réaction des liquides intérieurs, qui sont alcalins, sur les liquides extérieurs, qui le sont moins, ou à l'état neutre. Quand la putréfaction est avancée, l'intérieur devenant plus fortement acide, le courant a lieu quelquefois en sens inverse.

» Les tendons, les artères, les veines, les intestins, les os et tous les tissus, comme on l'a vu dans mon précédent Mémoire, donnent des courants dans le même sens et dans les mêmes conditions.

» Le courant osseux, qui ne diffère en rien du courant musculaire sous le rapport de sa formation, est remarquable par l'intensité de la force électromotrice de l'électricité qui le produit et par sa durée: aussi en ai-je fait une étude spéciale. Voici la marche que j'ai suivie pour mettre en évidence ses propriétés.

» La première question à résoudre est la détermination de la force électromotrice des liquides qui humectent les tissus, et qui dépend de leur composition, force qui a une grande importance dans les phénomènes de la vie, abstraction faite de celle qui concerne le sang artériel et le sang veineux, dont on s'est déjà occupé, et sur laquelle j'ai l'intention de revenir.

» J'ai commencé par chercher la force électromotrice des liquides du tissu osseux, qui est plus stable que celle des liquides des autres tissus. Le couple osseux d'un animal nouvellement tué est formé de deux lames de platine dépolarisées, en rapport avec un galvanomètre, et d'eau distillée; l'une est introduite dans la moelle, l'autre est appliquée sur la surface de l'os, qui est plongé ensuite dans un vase contenant de l'eau distillée. Ce couple donne naissance à un courant dirigé de l'intérieur à l'extérieur, comme celui du muscle, lequel polarise les lames aussitôt que le circuit est fermé; il fallait donc chercher un moyen de déterminer avec exactitude la force électromotrice au moyen de la déviation de l'aiguille aimantée par première impulsion; on y parvient à l'aide de la méthode connue, dite *par opposition*, laquelle consiste à opposer, au courant qui produit cette déviation, un courant variable, provenant d'un certain nombre de couples possédant, chacun, la même force électromotrice; le nombre de couples nécessaire pour que l'aiguille garde le zéro donne la force électromotrice du courant par rapport à celle d'un couple pris pour unité.

» Au lieu d'employer une pile thermo-électrique, j'ai fait usage d'une pile composée de couples hydro-électriques, d'un usage facile, et qui se trouve dans les conditions voulues pour résoudre la question. Cette pile a été étudiée, d'une manière toute spéciale, par M. Edm. Becquerel, et dont il fera connaître à l'Académie les résultats qu'il a trouvés dans les recherches qu'il a entreprises sur la force électromotrice produite au contact des liquides.

» Cette méthode est applicable également à la détermination des forces électromotrices des liquides dans les tissus des animaux vivants, sans y produire de lésions bien sensibles, forces qui donnent naissance aux courants électro-capillaires auxquels je rapporte les phénomènes de nutrition dans les tissus.

» Les nombreuses expériences que j'ai faites sur la force électromotrice des liquides qui humectent la moelle des os et les parties contiguës ont montré que cette force est environ moitié de celle du couple à sulfate de

cuivre, force à laquelle on était loin de s'attendre. En accouplant deux de ces couples en pile, on a une force électromotrice double, ainsi de suite. Cette force, qui est constante pendant quelque temps, augmente ensuite peu à peu, à mesure que l'eau distillée dans laquelle plonge l'os se charge de matières organiques, qui, en se décomposant, rendent l'eau acide. Cette eau, en réagissant sur le liquide alcalin de la moelle, donne une force électromotrice d'autant plus grande, qu'elle contient plus d'acide, mais ne dépasse guère jusqu'ici les trois quarts de celle du couple à sulfate de cuivre très-légèrement.

» L'explication que j'ai donnée du courant osseux reposant sur la structure de l'os, j'ai dû faire un exposé détaillé de cette structure et de ses relations avec les tissus adjacents. Il résulte de cet exposé que le courant osseux a une origine semblable à celle du muscle et du nerf, quand l'intérieur et l'extérieur sont mis en communication avec un arc métallique non oxydable. Or, la moelle se trouvant non-seulement dans le canal médullaire, mais encore dans toutes les cavités osseuses et les canicules, elle est ainsi répartie dans toutes les parties de l'os, excepté dans les nerfs, les vaisseaux et les parties solides des os; il en résulte que, partout où elle se trouve, il se dégage de l'électricité négative, par suite de sa réaction sur les liquides ambiants, qui prennent de l'électricité positive; il se manifeste des courants aussitôt que la communication métallique est établie.

» Que se passe-t-il avec cette communication, non-seulement dans les os, mais encore dans les autres tissus? Les effets doivent être les mêmes que dans les appareils à tubes fêlés ou à membranes poreuses, quand les deux liquides communiquent ensemble au moyen d'un fil et de deux lames de platine; dans ce cas, la presque totalité de l'action électrochimique, au lieu d'avoir lieu dans les espaces capillaires, s'opère sur les lames dont la conductibilité est meilleure que celle des parois de ces espaces. Vient-on à enlever les lames, les actions électro-capillaires recommencent aussitôt. On peut tirer de là la conséquence qu'avec l'os, la lame de platine placée dans la moelle s'empare de l'électricité négative devenue libre, dans toutes les parties où elle se trouve, tandis que l'autre lame, appliquée sur le périoste, prend l'électricité positive des liquides ambiants, et alors les actions capillaires cessent à peu près partout; avec les muscles et les autres tissus, de pareils effets doivent être produits.

» Si donc on avait un moyen de mettre en communication métallique la partie intérieure d'un muscle ou d'un os avec sa surface, dans un corps vivant, on ferait cesser probablement les actions électro-capillaires, et, par

suite, les phénomènes de nutrition auxquels ils sont dus; le tissu dépérirait alors peu à peu. Je m'occupe de faire cette expérience, qui présente de grandes difficultés, vu les précautions à prendre pour faire vivre longtemps l'animal avec cet appareil. J'entre ensuite dans de nouveaux détails sur les changements qui s'opèrent dans l'irritabilité des nerfs par l'action d'un courant, et qui sont dus à une action physique et à une action chimique.

» J'ai examiné également le courant produit dans la contraction musculaire; mes expériences m'ont amené à conclure qu'il n'y a seulement qu'une diminution dans l'intensité du courant résultant d'un changement instantané dans la composition du suc musculaire intérieur, qui devient un peu moins alcalin que lorsque le muscle est à l'état de repos. En répétant un certain nombre de fois la contraction, on finit par constater le fait : cette opinion est également celle de M. du Bois-Reymond.

» En résumé, les faits exposés dans ce Mémoire conduisent aux conséquences suivantes : les courants musculaires nerveux, osseux et autres, que l'on observe dans les êtres vivants ou morts, lorsque les tissus forment des circuits fermés, en mettant en communication l'intérieur avec la surface, soit avec un fil de métal, soit avec un nerf isolé de tous les tissus adjacents, ont une origine chimique et ne proviennent nullement d'une organisation électrique des muscles et des nerfs ; de sorte que l'on ne peut faire dépendre les fonctions musculaires et nerveuses de cette organisation.

» Les courants électro-capillaires jouent le principal rôle dans ces mêmes fonctions ; ce sont les seuls courants dont l'existence soit bien constatée jusqu'ici ; dans les corps vivants, ils sont produits partout où il y a deux liquides différents séparés par une membrane cellulaire. La vie diminuant, les cellules s'agrandissent, les liquides se mêlent, les courants électro-capillaires cessent, et la putréfaction commence ; là s'arrêtent les recherches du physicien, car tout ce qui tient à l'excitation cérébrale transmise au système sensitif, qui réagit par une action réflexe sur les nerfs moteurs, ainsi qu'à l'action mécanique du cœur, dépend de la physiologie et non de la physique. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Note sur la détermination des forces électromotrices faibles;* *par* **M. Edm. Becquerel.**

« La détermination des forces électromotrices dues aux réactions chimiques qui ont lieu dans les corps organisés, et dont mon père vient d'en-

tretenir l'Académie, est une question délicate, car il est souvent nécessaire, pour manifester la production des courants électriques, d'employer des électrodes en platine qui se polarisent promptement; en outre, la grande résistance à la conductibilité des liquides et des corps de l'organisme, résistance très-variable du reste, est un obstacle à ce que l'intensité du courant électrique développé puisse conduire à donner une mesure exacte de ces effets.

» On peut obtenir cependant ce résultat à l'aide de la méthode par opposition, consistant, comme on le sait, à interposer dans le circuit parcouru par un courant, et renfermant un galvanomètre très-sensible, une pile d'un certain nombre d'éléments ayant tous la même force électromotrice, de façon à détruire l'effet de ce courant; on prend alors le nombre des éléments de cette pile normale, qui est nécessaire pour atteindre ce point, comme mesure de la force électromotrice cherchée, ou plutôt comme l'expression de la tendance à la production du courant électrique dans le circuit que l'on considère, la résistance à la conductibilité du système n'entrant pas comme élément dans la question.

» Mais il est nécessaire de prendre des précautions sans lesquelles les déterminations ne sauraient être exactes : d'abord la pile normale doit avoir des éléments aussi identiques que possible, et la force électromotrice de ces éléments ne doit être ni trop forte pour que les éléments à interposer dans le circuit ne soient pas en petit nombre, ni trop faible de sorte qu'il soit nécessaire d'un trop grand nombre de couples pour réduire à zéro l'intensité du courant.

» Les piles thermo-électriques déjà utilisées dans ce but par M. J. Regnault et par M. Gaugain, sont très-propres à cette détermination; car, bien que de faibles quantités de matières étrangères donnent aux métaux un pouvoir thermo-électrique différent, cependant avec quelques précautions on peut construire des couples qui ont à peu près la même force électromotrice. Mais si l'on veut mesurer des forces électromotrices allant jusqu'à celle d'un couple à acide azotique, à moins d'employer des éléments thermo-électriques formés avec les alliages que j'ai fait connaître (1), il faut employer un nombre d'éléments de la pile normale pouvant aller jusqu'à 250 ou 300 et même au delà, et s'astreindre à maintenir parfaitement constantes les températures des différentes jonctions de ces éléments thermo-électriques pendant toute la durée des expériences.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VIII, p. 389; 1866.

Néanmoins, quand la température est la même, ces piles ont toujours la même force électromotrice.

» On a bien employé également des piles électro-chimiques, mais dont les forces électromotrices étaient, en général, trop grandes, de sorte que l'erreur commise en s'arrêtant à un petit nombre de couples, pour équilibrer à peu près l'action du courant que l'on étudie, peut être trop considérable. Les conditions d'une pile normale de comparaison, dans le cas dont il s'agit ici, peuvent être suffisamment remplies en utilisant la propriété que H. Davy a reconnue au zinc amalgamé de pouvoir former avec le zinc ordinaire un couple voltaïque. La force électromotrice développée quand deux électrodes semblables aux précédentes sont plongées dans une dissolution saturée de sulfate de zinc est très-variable et dépend non-seulement de l'état de la surface des lames, mais encore de l'acidité de la dissolution. Cependant elle peut être rendue à peu près constante pendant un temps assez long, même pendant plusieurs jours. C'est une des plus basses unités électro-chimiques dont on puisse faire usage et qui est d'un emploi facile, mais avec cette précaution indispensable d'éviter la polarisation des lames et de comparer fréquemment la force électromotrice d'un certain nombre d'éléments, aussi semblables entre eux que possible, avec celle de couples connus, comme celui formé par le zinc amalgamé et le cadmium plongeant dans leurs sulfates respectifs, ainsi qu'avec le couple zinc amalgamé-cuivre, sulfate de zinc-sulfate de cuivre, dont la force électromotrice est généralement prise pour unité.

» Voici comment on peut disposer une pile électro-chimique normale de ce genre : chaque couple renferme deux électrodes en zinc laminé ordinaire, dont l'une seulement est amalgamée, et qui plongent dans une dissolution saturée à froid de sulfate de zinc pur; cette dissolution est rendue la moins acide possible par une ébullition prolongée avec du carbonate de zinc. Afin que les lames ne se touchent pas, on les sépare dans chaque couple au moyen d'un diaphragme poreux en biscuit de porcelaine, comme dans les couples à deux liquides, mais de sorte que la même dissolution se trouve des deux côtés du diaphragme. Il n'est pas nécessaire que les couples aient de grandes dimensions : des diaphragmes de $2^c,5$ de diamètre sur 4 centimètres de hauteur suffisent; les vases extérieurs de chaque élément ont alors $3^c,5$ de diamètre sur 5 centimètres de hauteur. Cependant, avec de plus grandes dimensions la composition du liquide reste plus longtemps la même, et la force électromotrice des couples varie moins vite; on a donc avantage à se servir de plus grands couples, quand on veut maintenir pendant longtemps

la constance de la pile. On réunit les pôles opposés de chaque couple par des fils de cuivre soudés aux lames de zinc, lesquels fils plongent dans des tubes contenant du mercure, de sorte qu'à l'aide de ces derniers on peut aisément interposer dans un circuit un nombre variable de couples depuis l'unité jusqu'à la somme totale des éléments de la pile.

» Une pile de ce genre qui vient d'être montée n'a pas immédiatement toute son énergie; il faut plusieurs heures pour qu'elle offre une force électromotrice à peu près constante, et qui se maintienne telle pendant quelque temps. Avec une dissolution saturée de sulfate de zinc pur, rendue la plus neutre possible, et une pile de la dimension indiquée plus haut, j'ai reconnu que, pour compenser l'action exercée sur un galvanomètre par un couple zinc amalgamé-cadmium, sulfate de zinc-sulfate de cadmium, il a fallu un nombre d'éléments qui a été d'abord de 67, et qui s'est maintenu à peu près tel pendant quelque temps. Au bout de trois jours, la pile étant restée montée, l'action avait changé, et le nombre d'éléments nécessaires pour cette compensation était devenu 40. La force électromotrice de chaque couple de cette pile par rapport à celle du couple zinc-cadmium était donc d'abord $\frac{1}{67}$, et était arrivée à $\frac{1}{40}$.

» Avec une autre dissolution, également saturée mais un peu moins neutre, une pile de 40 éléments, après vingt-quatre heures d'action, a donné pour chaque élément, par rapport à la même unité, le nombre $\frac{1}{18,5}$; puis ce nombre, s'abaissant très-lentement d'un jour à l'autre, est devenu $\frac{1}{19,5}$ quatre jours après; ainsi pendant ces quatre jours, le nombre de couples équivalent au couple zinc-cadmium en force électromotrice n'a varié que de 18,5 à 19,5. En laissant fonctionner la pile, la force électromotrice de chaque élément est devenue $\frac{1}{23}$ après six jours, et $\frac{1}{25}$ dix jours après le commencement de l'action. Mais chaque jour, pendant plusieurs heures, la force électromotrice ne changeait pas d'une manière notable, de sorte que l'appareil pouvait servir aux comparaisons des forces électromotrices qu'on avait en vue d'étudier.

» Une autre pile dont la dissolution de sulfate de zinc avait été légèrement acidulée a donné d'abord, pour chaque élément, une force électromotrice de $\frac{1}{13}$ par rapport à la même unité; puis un nombre qui, deux jours après, a commencé à diminuer. En acidulant davantage la dissolution, la

fraction représentant la force électromotrice de chaque couple a de nouveau augmenté de valeur.

» Ainsi, en ayant soin de rapporter aux unités connues les forces électromotrices des couples d'une pile semblable aux précédentes dont la force électromotrice n'est pas toujours la même, avec 100 éléments lorsque le sulfate de zinc n'est pas trop neutre, on peut faire la plupart des comparaisons dont on a besoin dans les expériences physiologiques dont il s'agit ici. Dans une des comparaisons ci-dessus, il a fallu entre 18 et 19 éléments, mais plus près de 19, de la pile de comparaison pour égaler en force électromotrice le couple zinc amalgamé-cadmium; pour le couple zinc amalgamé-cuivre, sulfate de zinc-sulfate de cuivre, il a fallu un nombre d'éléments compris entre 58 et 59, très-près de 59. D'après cela, le rapport des forces électro-motrices de ces deux couples serait $\frac{19}{59} = 0,322$; or, avec le magnétomètre et la balance électro-magnétique, j'avais trouvé antérieurement 0,324 pour le rapport des forces électromotrices de ces deux couples, nombre qui diffère à peine du précédent.

» Il y a des précautions à prendre, sans lesquelles les déterminations expérimentales ne donneraient pas des résultats exacts : lorsqu'on compense l'action d'un couple électro-chimique par un nombre d'éléments d'une pile normale également électro-chimique, on n'établit qu'un équilibre instable entre les deux courants opposés l'un à l'autre; si c'est le courant de la pile normale qui l'emporte pendant un instant, les lames du couple opposé se polarisent par dépôt électro-chimique, et sa force électromotrice baisse aussitôt; alors le premier courant tend à l'emporter encore davantage. Si c'est celui du couple qui prédomine, toutes les lames de zinc amalgamé devenant des électrodes négatives dans les couples, se recouvrent de zinc par la décomposition électro-chimique du sulfate de zinc, et la force électromotrice de chaque élément tend à diminuer. On voit donc que, lorsque le courant l'emporte dans un sens ou dans l'autre, l'effet s'accentue toujours de plus en plus dans le sens du courant le plus fort. Il faut donc opérer par essais successifs, et, après chacun des essais, fermer le circuit de chaque pile sur lui-même pendant plusieurs minutes au moins avant chaque opposition; il faut ensuite laisser les circuits ouverts pendant plus ou moins de temps; de cette manière, on détruit les effets inverses dus aux dépôts et à la polarisation des lames, et, lors des comparaisons, les choses se présentent toujours dans les mêmes conditions relatives. Quand il s'agit de la détermination de la force électromotrice, due à la

réaction chimique de deux dissolutions dans lesquelles plongent des lames de platine, le circuit formé par ce système doit rester préalablement ouvert pendant un temps suffisant pour détruire toute polarisation.

» Avec ces précautions et en ayant soin de maintenir le liquide au même niveau dans les couples, ces piles, malgré les changements dont il vient d'être question et les effets de polarisation qu'elles présentent, peuvent être employées utilement. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution de l'auréole solaire, et sur quelques particularités offertes par les gaz raréfiés, lorsqu'ils sont rendus incandescents par les courants électriques.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel (1).

« Rome, ce 20 décembre 1869.

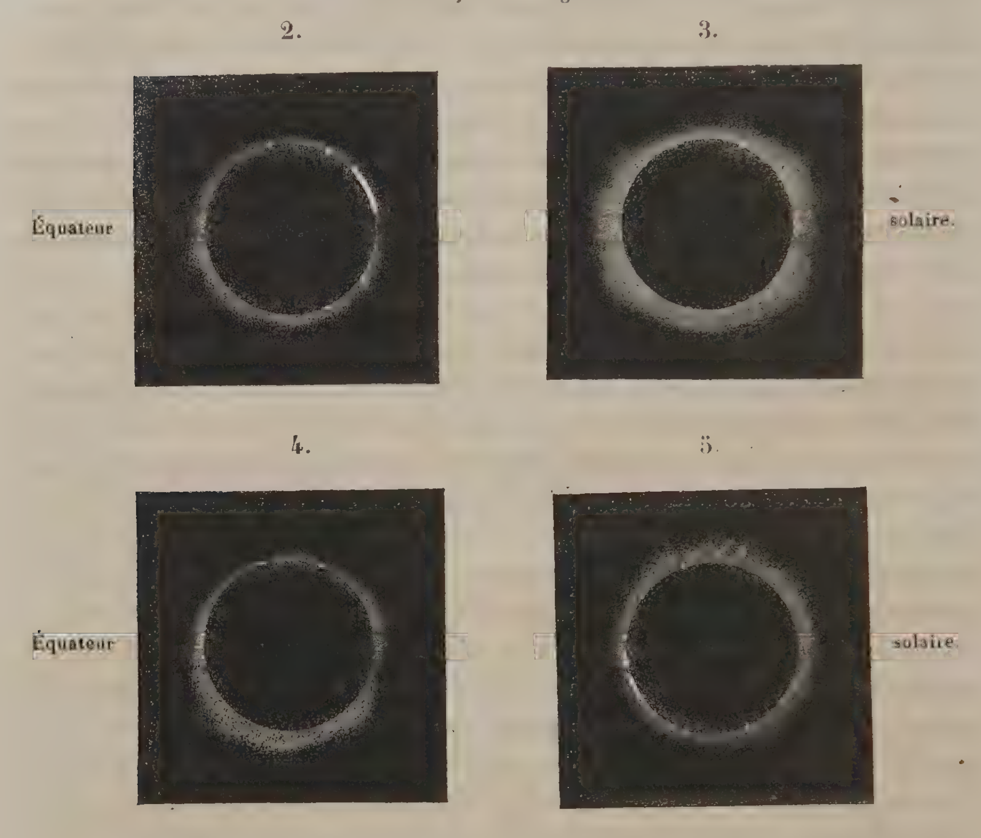
» Dans le *Compte rendu* de la séance du 6 décembre, M. Gould a exposé quelques idées particulières sur la constitution de l'auréole solaire qu'on a obtenue en photographie en Amérique, pendant l'éclipse du 7 août 1869. Selon ce savant, l'auréole photographiée ne serait pas proprement la couronne, mais cette couche qu'on appelle maintenant la *chromosphère*. Cette interprétation touche à une question importante, pour la solution de laquelle j'ai entrepris quelques recherches : bien qu'elles soient encore incomplètes, je demande permission de les communiquer à l'Académie.

» Je ferai d'abord observer que ce n'est pas la première fois qu'on obtient en photographie l'auréole solaire. Nous l'avons obtenue en Espagne, en 1860, avec la Commission espagnole, en employant le système qu'on a adopté dernièrement en Amérique, c'est-à-dire en prenant l'image directe du Soleil au foyer de l'objectif, sans grossissement. Je donne ci-contre une reproduction de ces photographies. Dans le n° 3, qui a été obtenu par une exposition de trente secondes, on observe cette auréole très-diffuse, s'étendant en quelques points jusqu'à un demi-rayon solaire, presque 7 minutes. Mais elle n'est pas régulière tout autour, et l'on remarque que, dans toute la région équatoriale, elle est beaucoup plus vive et plus haute qu'aux pôles; elle atteint son maximum dans les régions qui correspondent aux zones où l'activité solaire est le plus puissante, c'est-à-dire aux zones des taches et des facules. Dans la relation que j'ai donnée des observations de cette éclipse, et qui a été publiée à part et reproduite dans les Mémoires de 1863, j'ai fait

(1) Cette Lettre est celle dont il avait été fait mention au *Compte rendu* de la séance du 3 janvier.

remarquer ces détails; mais il paraît qu'on n'y a pas fait assez d'attention. Les observations nouvelles viennent donc prouver la précision des nôtres.

Photographies directes obtenues en Espagne, le 18 *juillet* 1860, *avec la lunette de* Cauchoix, *du Collége Romain.*



» Cette structure, élevée et inégale, de la couche la plus voisine du Soleil, a été confirmée par les observations faites sur les raies de la chromosphère, et par la grandeur des protubérances, que nous avons toujours trouvées plus élevées dans la zone des taches qu'aux pôles; elle vient d'être plus clairement établie encore par les dernières observations de M. Respighi sur la distribution des protubérances. L'auréole fixée sur nos photographies serait donc, en grande partie, la chromosphère.

» Cette coïncidence cependant ne me paraît pas infirmer l'opinion que la couronne visible soit aussi cette chromosphère, et que les gloires, ou rayons, dépendent des protubérances elles-mêmes, au moins en partie, tout en laissant à l'illumination produite par eux, sur notre atmosphère,

une influence considérable. En effet, il est hors de doute que des observateurs qui ont fait attention à cette coïncidence l'ont constatée, comme le P. Cappelletti au Chili, dans l'éclipse de 1865, et les professeurs de Manila à Montarvaloa-Kekée, près de Célèbes, en 1868.

» On voit donc l'importance qu'il y aurait à constater cette relation et ces circonstances dans les éclipses futures.

» L'étendue de cette atmosphère, qui serait, tant dans nos photographies que dans les dernières photographies américaines, de 6 à 7 minutes, ne peut pas étonner, car il y a des protubérances qui ont quelquefois au moins 3 minutes, et, au-dessus de celles-ci, des couches d'hydrogène encore plus élevées. C'est ce que l'on peut prouver facilement. Nous savons maintenant qu'il est facile de reconnaître l'existence des protubérances sur le disque même du Soleil, en observant les points où la raie noire C de l'hydrogène devient plus étroite; la disparition complète et le renversement s'observent dans les taches, mais, en plein disque, on ne réussit ordinairement à obtenir que le rétrécissement de cette raie. On peut donc conclure de là que, au-dessus de ces proéminences, qui, vues directement, donneraient une raie lumineuse, il y a une couche qui absorbe leurs rayons et produit une raie obscure. D'ailleurs, il est certain que la limite des raies brillantes dans les proéminences rouges n'est pas, et ne peut pas être, la limite de l'atmosphère d'hydrogène ou du mélange d'hydrogène et d'autres gaz. La hauteur des raies n'indique que la région à laquelle l'hydrogène a la température voulue pour produire ces raies : lorsqu'il est à une température plus basse, l'effet est contraire, et l'on a une absorption.

» Mais quelle est la température à laquelle le gaz cesse de donner des lignes brillantes? Cette température n'est pas encore connue : je n'ai pas pu réussir à la déterminer, mais je vais exposer des recherches qui, peut-être, y pourront conduire. Les résultats obtenus pour quelques gaz nous prépareront pour l'intelligence de ce qui appartient à l'hydrogène. Je commencerai par les expériences sur l'azote.

» Si l'on fait passer, au travers d'un tube contenant de l'azote raréfié et formé de parties successives de sections différentes, l'une capillaire, l'autre de 3 millimètres de diamètre, et la troisième de 12 à 13 millimètres, une décharge électrique provenant d'une bonne machine ordinaire à coussinets, on trouve les résultats suivants : 1° si l'on met en communication directe le conducteur avec l'un des pôles du tube et les coussinets avec l'autre, on

observe, dans le tube capillaire seulement, le spectre de premier ordre à colonnes continues et rayées, spectre qui est bien connu; 2° si, au contraire, on fait éclater l'étincelle sur une boule attachée à l'anneau du pôle, on voit le spectre changer de nature selon la longueur de l'étincelle. Lorsque l'étincelle atteint environ 2 centimètres de longueur, le tube capillaire présente une lumière de couleur verte, dont le spectre est de second ordre, pendant que les sections plus larges présentent un spectre cannelé de premier ordre. Pour une certaine longueur d'étincelle, on peut même avoir simultanément trois spectres : dans la section plus étroite, on observe le spectre de second ordre, à raies brillantes, et, dans les deux autres, deux spectres cannelés, dont l'un est le spectre à cannelures fines décrites par Plücker, l'autre le spectre à cannelures plus larges, tellement espacées, que trois d'entre elles occupent la place de huit.

» Ces phénomènes peuvent se répéter avec une bobine de Ruhmkorff, en renforçant convenablement la pile et intercalant une bouteille de Leyde dans le circuit. Ainsi, *le même tube peut donner les trois spectres simultanément dans des sections différentes*, et, par conséquent, pour la même pression du gaz : ce fait est, je crois, nouveau.

» J'ai cherché si des résultats semblables s'observeraient avec d'autres gaz, que j'avais dans des tubes préparés par M. Geissler, de Bonn.

» Le brome, dans un tube de 4 à 5 millimètres de diamètre, a donné un ruban de couleur rouge, lumineux, continu, sans aucune stratification : le spectre présentait seulement quelques bandes de lumière, séparées par de larges intervalles. Dans le tube capillaire, la couleur était verte, et le spectre présentait un grand nombre de raies plus serrées. Le tube s'étant brisé, je n'ai pas pu étudier ces spectres en détail.

» Le chlore a présenté un phénomène semblable : dans le tube à large section, le ruban lumineux, continu comme dans le brome, donnait seulement trois bandes vertes nébuleuses du côté du violet, équidistantes; dans le tube capillaire, au contraire, on avait une lumière plus vive, verte, qui présentait six raies très-vives, dont la plus brillante gardait dans les deux spectres une position constante. L'auréole du pôle métallique présentait le même spectre que le tube capillaire.

» On est donc conduit à dire d'une manière générale que, dans les gaz, deux spectres différents peuvent se produire, sous la même pression, par la seule influence d'une variation de la section du tube. L'influence de la section ne peut être évidemment d'une autre nature dans les fils métalliques, où nous savons que la température est proportionnelle au carré de

la section du fil lui-même. D'où il suit que, connaissant la température absolue à laquelle l'un des spectres se produit, on pourra calculer celle qui détermine la production de l'autre, en connaissant la valeur de la section. Cependant ces limites peuvent se confondre et se superposer, car j'ai vu souvent dans le même tube d'azote deux spectres simultanés.

» Les températures auxquelles se produisent ces spectres de différents ordres ne sont pas les mêmes pour tous les gaz. Ainsi, dans un tube contenant de l'azote mélangé de vapeur d'eau, on voyait les raies de l'hydrogène coexistantes avec le spectre de l'azote de premier ordre. D'où il résulte que les raies de l'hydrogène se produisent à une température qui ne développe pas celles de l'azote de deuxième ordre.

» Ayant ainsi établi que les raies des gaz dépendent essentiellement de leur température, comme on l'avait déjà conclu d'autres observations, voyons ce qui arrive pour l'hydrogène. Avec ce gaz, de fortes étincelles donnent simultanément un spectre à larges bandes de premier ordre, dans le tube à grande section, et un spectre à simples raies brillantes de deuxième ordre, avec une faible lumière diffuse, dans le tube capillaire. De sorte que l'effet serait le même que pour les autres gaz.

» Si, dans l'hydrogène, on affaiblit graduellement la tension de l'étincelle, on remarque que la largeur des raies $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$ diminue aussi, jusqu'à ce que, dans les tubes à grande section, elles disparaissent ou deviennent très-fines et à peine visibles avec la même ouverture de fente. Il paraît donc qu'il y a une température limite, pour une densité donnée, à laquelle les raies brillantes α, β, γ de ce gaz s'évanouissent. Mais quelle est cette température? C'est ce qu'il est très-difficile de déterminer. Je dirai seulement qu'elle doit être très-élevée, car les tubes capillaires, quand le courant a passé pendant quelques instants, s'échauffent tellement, malgré la grande épaisseur du verre, qu'on ne peut pas les toucher.

» Ces faits expliquent cependant plusieurs phénomènes bien constatés dans l'atmosphère solaire.

» 1° On voit que l'élévation de température donne à l'hydrogène la propriété de présenter, dans son spectre, des raies plus larges. Or les protubérances présentent leurs raies spectrales élargies à la base, près du disque solaire; au sommet, les raies sont terminées en pointe, là où la température est plus faible. Évidemment, au delà de la limite des raies brillantes, l'hydrogène peut exister sans que nous puissions le constater par ses raies, et par conséquent les raies *ne donnent pas la mesure complète de l'épaisseur de la couche* d'hydrogène, comme nous l'avons déjà prouvé d'une

autre manière : la véritable atmosphère de ce gaz peut être bien plus élevée.

» 2° L'hydrogène nous a donné, dans la boule du tube du pôle positif, une raie assez belle, placée presque à égale distance des deux raies C et F (α et β) du spectre solaire, mais un peu plus rapprochée de F : or cette raie coïnciderait avec celle que M. Young a observée dans la dernière éclipse, comme propre à la couronne. On l'a attribuée au fer, et j'ai d'abord supposé que, dans mes tubes, elle pouvait provenir des réophores métalliques; mais les tableaux que je possède ne m'autorisent pas à admettre cette conclusion, je l'ai vue d'ailleurs également dans des tubes de Geissler qui sont très-purs et très-peu fluorescents; je crois donc qu'elle appartient réellement aussi à l'hydrogène, mais qu'elle se développe sous une température plus basse, car je l'ai vue seulement dans la boule qui environne le réophore.

» 3° On pourrait peut-être, par les remarques précédentes, expliquer pourquoi en mêlant plusieurs gaz dans le même tube on n'a que le spectre d'un seul : cela serait dû à la même cause qui fait qu'en fermant le circuit électrique d'une pile avec deux fils d'égal diamètre, mais de natures différentes, on voit un seul de ces fils devenir lumineux. C'est ainsi que, dans l'air, on ne voit pas les raies de l'oxygène avec celles de l'azote. De même, il peut arriver que, dans le Soleil, les gaz autres que l'hydrogène ne soient pas visibles, probablement parce que leur illumination demande une température supérieure à celle de la région limite du Soleil. En effet, nous avons vu que la température qui développe les raies brillantes dans l'hydrogène n'est pas suffisante pour les développer dans l'azote. Or, il serait impossible, dans le Soleil, de distinguer une autre espèce de lumière que celle des raies brillantes des spectres de deuxième ordre : celles du premier ordre sont trop faibles, et peuvent tout au plus produire les zones plus obscures que nous avons constatées dans les noyaux des taches.

» De ce que nous venons de dire, il paraît résulter que la détermination de la température de l'atmosphère solaire pourra être effectuée, si l'on réussit à fixer quelle est la température à laquelle, sous une certaine pression, ce gaz cesse de donner des raies brillantes. Les difficultés pratiques ne me paraissent pas insurmontables, mais demandent des éléments de recherche que je n'ai pas à ma disposition ; je veux espérer que cette étude sera abordée par des physiciens ou des chimistes mieux pourvus que moi. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de feu *M. Matteucci*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Mayer obtient.	40	suffrages.
M. Kirchhoff.	5	»
M. Angström.	1	»
M. Thomson.	1	»

M. **Mayer**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Fabrication des tam-tams et des cymbales.* Note de **MM. A. Riche** et **P. Champion.**

(Renvoi aux Sections de Chimie et de Physique.)

« En 1833, M. St. Julien publia, dans les *Annales de Chimie et de Physique* (1), une Note sur les procédés dont les Chinois font usage pour fabriquer les tam-tams et les cymbales, Note de laquelle il semble résulter que le métal employé pour cet usage se martèle à chaud. A la suite de cette Communication, Darcet fit insérer dans le même Recueil (2) une Lettre dans laquelle il dit formellement que M. St. Julien a été induit en erreur, car l'expérience prouve, d'une part, que les instruments chinois sont formés par un alliage de cuivre et d'étain, contenant environ 80 du premier métal et 20 du second, et, d'autre part, que cet alliage, très-cassant à froid, l'est beaucoup plus encore à chaud. D'après d'Arcet, cette fabrication reposerait sur *un tour de main* bien simple, qui consiste dans la *trempe* du métal coulé. Il arriva à fabriquer, par cette méthode, quelques tam-tams, et plus de soixante paires de cymbales. Il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler la manière dont on opéra d'après ses conseils, et nous reproduisons textuellement ce qu'il dit sur ce point :

(1) Tome LIV, p. 329 (1833).
(2) Tome LIV, p. 331 (1833).

La pièce, sortie du moule, est ébarbée; on la trempe comme on le fait pour l'acier. Si la pièce s'est voilée en la plongeant au rouge dans l'eau froide, on en rectifie la forme au moyen du marteau et en planant *à petits coups*. On lui donne le ton convenable, soit primitivement en forçant plus ou moins la trempe, soit ensuite en récrouissant la pièce par un martelage suffisant.

» Ainsi, d'Arcet ne faisait que tremper la pièce coulée, ou il la martelait ensuite à froid lorsque la pièce s'était gauchie.

» Il suffit de regarder les tam-tams chinois pour s'assurer qu'ils ne sont pas fabriqués par cette méthode, car ils portent la trace de nombreux et violents coups de marteau, qui indiquent qu'on les a frappés longtemps et à une température assez élevée pour ramollir le métal. et pouvoir diminuer considérablement l'épaisseur au centre en faisant refluer la matière sur les bords, qui ont une épaisseur beaucoup plus forte.

» D'ailleurs, les instruments obtenus à cette époque par la méthode de d'Arcet ne présentaient pas la sonorité des instruments chinois, de sorte que ces essais très-intéressants ne purent donner naissance à une fabrication régulière; et aujourd'hui on n'est pas arrivé, soit à Paris, soit en Europe, au dire de nos meilleurs fabricants d'instruments (1), à faire des tam-tams et des cymbales avec l'alliage des Chinois et des Turcs.

» De plus, les notes recueillies par M. Champion donnent raison au dire de M. Julien.

» M. Riche ayant établi, dans ses recherches sur les alliages, que le bronze des instruments sonores *se martèle et même se lamine à chaud* aussi bien que le fer ou le bronze d'aluminium (2), et M. Champion ayant suivi toutes les phases de la fabrication des tam-tams près de Shang-Haï, dans un voyage entrepris au point de vue scientifique, et ayant constaté que le travail ne consiste qu'en un martelage à chaud prolongé pendant plusieurs heures et suivi de la trempe (3), nous nous sommes proposé de reprendre en commun cette question.

» Après de longs tâtonnements et beaucoup de tentatives infructueuses, nous sommes enfin arrivés à combler la lacune que présentait à ce sujet l'industrie des pays européens, et nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie les deux premiers tam-tams complets obtenus en suivant nos indications.

---

(1) MM. Gautrot et Lecomte.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 343.

(3) Stanislas Julien et Champion, *Industries anciennes et modernes de l'Empire chinois*, 1869; Lacroix, éditeur.

» Les premiers essais ont été faits à la Monnaie de Paris, et nous sommes heureux de reconnaître que l'aide que nous y avons rencontrée a beaucoup contribué à notre succès. En effet, on a constaté que, si l'alliage est coulé dans un moule métallique, ou s'il est coulé dans le sable en disques trop minces (3, 4, 5 millimètres), on risque beaucoup de ne pas mener le travail à bonne fin, parce que l'intérieur des disques contient ordinairement des soufflures et manque d'homogénéité : d'où il résulte qu'il faut couler le métal en sable et sous une épaisseur assez forte.

» On a reconnu aussi, dans ces essais, que la fabrication serait impossible, économiquement parlant, dans nos pays, si l'on suivait *à la lettre* le procédé des Chinois, c'est-à-dire si l'on étendait le disque exclusivement par le martelage à chaud, parce que l'on ne peut travailler le métal qu'au rouge sombre, et qu'alors il faut un temps considérable pour amener une pièce de l'épaisseur de 1 centimètre à celle de 3 ou 4 millimètres.

» Nous avons pensé à faire usage du marteau pilon : nos essais dans la maison Cail n'ont pas amené de bons résultats, parce que l'outil ne battait pas le métal avec une vitesse assez grande. C'est alors que nous avons songé à profiter de la facilité remarquable avec laquelle ce métal se lamine, pour opérer le dégrossissage de la pièce (1), et nous nous sommes adressés alors à un industriel aussi complaisant qu'habile, M. Cailar, qui a bien voulu non-seulement mettre tout son matériel et ses meilleurs ouvriers à notre disposition, mais encore surveiller lui-même les opérations. La méthode employée est la suivante : on a coulé des plaques horizontales de 23 millimètres d'épaisseur avec un alliage formé de 78 de cuivre et de 22 d'étain du commerce. Nous avons adopté cet alliage, plutôt que l'alliage de 80 cuivre et de 20 étain, afin de nous mettre dans les conditions les plus défavorables, parce que quelques analystes ont trouvé cette composition dans des échantillons d'alliage chinois, et que ce métal est plus cassant encore que l'alliage formé de 80 de cuivre et 20 d'étain.

» On a *laminé* ces disques au rouge sombre, et il a suffi de quelques passes pour les amener à l'épaisseur de 4 millimètres.

» On a découpé à chaud les bords qui avaient été gercés, et l'on a martelé les disques chauffés au rouge sombre, en commençant par le centre, et en frappant ensuite à grands coups sur des points de circonférences concentriques. Le métal a été ainsi étendu d'une façon régulière, et aminci vers le centre. Il a fallu réchauffer environ vingt fois le disque pour atteindre

(1) Les Chinois ne connaissent pas le laminoir.

l'épaisseur désirable, le battage devant s'arrêter dès que le métal n'est plus rouge; sans cette précaution, le tam-tam serait inévitablement brisé. On a trempé, réchauffé et martelé de nouveau; enfin, lorsqu'on jugea que l'épaisseur était convenable, on releva les bords au marteau, et on trempa l'instrument une deuxième fois. Comme le réchauffage consomme beaucoup de temps, il y aurait grande économie à opérer sur quatre ou cinq disques à la fois, qu'on martèlerait ensemble et qu'on reprendrait successivement pour les terminer, lorsqu'ils auraient été étendus.

» La fabrication des cymbales est en tout semblable à celle des tamtams. »

PHYSIOLOGIE. — *Rôle de la glande lacrymale dans la respiration.* Note de **M. L. Bergeon.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Andral, Wurtz, Cloquet.)

« Deux espèces de glandes, très-différentes par leur structure anatomique, plus différentes encore par leur produit de sécrétion, occupent les régions palpébrales et orbitaires.

» Les unes (glandes de Meïbomius et de Harder) constituent un ensemble de petits follicules sébacés, qui déversent sans cesse sur la face antérieure du globe oculaire un produit épais, visqueux, résistant à l'évaporation et comparé avec raison à la graisse ou à la cire.

» A la région orbitaire externe et supérieure, nous trouvons au contraire une glande volumineuse, semblable par sa structure aux glandes salivaires, et dont le produit, exclusivement aqueux, est prompt à s'évaporer.

» Ces deux espèces de glandes, si différentes par leur produit de sécrétion, ont-elles le même usage, le même but à remplir, lubrifier l'œil?

» A cette question l'observation clinique répond par la négative. En effet, la destruction d'une partie même limitée des glandes de Meïbomius entraîne pour l'œil une *sécheresse* morbide très-grave, tandis qu'il reste *humide* et poli après l'ablation totale ou partielle de la glande lacrymale.

» Frappés de ce fait singulier, les chirurgiens se sont souvent demandé quels pouvaient être les usages de la glande lacrymale : « Si on peut l'admettre comme un auxilaire utile de la conjonctive, disait Malgaigne, sa nécessité est plus que douteuse. » (*Anat. chir.*, 1838, t. I, p. 389.)

» Mais, si la nécessité de la glande lacrymale est peu évidente et sa destruction sans inconvénients pour l'organe de la vision, il n'en est plus de même pour les voies respiratoires. En effet, tandis que les glandes de Meï-

bomius et de Harder, en recouvrant l'œil d'un enduit résistant à l'évaporation, maintiennent à cet organe son humidité naturelle, les larmes, en lubrifiant sans cesse la muqueuse des fosses nasales, s'opposent à la dessiccation que produit un courant d'air continuel. Quelques développements vont mettre en évidence ce rôle de la glande lacrymale dans la respiration.

» Dans l'échelle animale nous trouvons toujours, comme règle souvent exclusive, la respiration par les fosses nasales.

» Chez l'homme, le nez est le véritable conduit respiratoire, et lorsqu'à la suite de certaines maladies, telles que l'hémiplégie faciale double, la respiration ne peut plus se faire que par la bouche, il en résulte pour cet organe une sécheresse tellement douloureuse, que les malades sont souvent privés de sommeil, en proie à une soif continuelle; de plus, les mucosités buccales, se décomposant sous l'influence des courants d'air de la respiration, donnent à l'haleine une fétidité insupportable. Le nez résiste mieux que la bouche à cette action desséchante et continuelle des courants respiratoires, parce qu'il est plus riche en vapeur d'eau, ainsi que le prouve l'analyse comparative de l'air expiré par le nez ou par la bouche.

» Cet état hygrométrique des narines, si apparent chez l'enfant et certains animaux, comme le veau, coïncide cependant avec des glandes nasales grêles et peu développées; il faut donc chercher ailleurs la source de l'humidité considérable des fosses nasales.

» Les organes lacrymaux, dont le produit est toujours déversé dans les narines, se rencontrent même chez les Ophidiens, quoique leur globe oculaire, caché derrière le système tégumentaire, soit entièrement à l'abri de l'évaporation. Au contraire, les animaux qui respirent un air saturé d'humidité, comme les Cétacés, sont les seuls dépourvus de glandes lacrymales. Nullement en rapport avec le développement du globe oculaire, les organes lacrymaux acquièrent, chez le Zemni et le Spalax, un volume cent fois plus grand que l'œil (Desmoulins et Magendie, *An. systèmes nerv.*, 1825, t. Ier, p. 355).

» Enfin, non-seulement les larmes servent à lubrifier les voies respiratoires, mais c'est le passage même de l'air dans la narine qui permet de comprendre la progression des larmes dans le conduit flexueux et plusieurs fois rétréci du canal nasal.

» Grâce à la disposition de l'orifice inférieur du canal nasal (orifice toujours rétréci, le plus souvent capillaire), les larmes se trouvent emmagasinées, pour ainsi dire, dans le canal nasal, le sac lacrymal, les conduits lacrymaux et l'espace oculopalpébral, espace clos par le rebord onctueux

des paupières. Les larmes représentent donc ainsi une petite colonne liquide, très-mince sans doute, mais continue, et s'étendant des canaux sécréteurs de la glande à l'orifice inférieur du canal nasal. En passant rapidement devant cet orifice, le courant respiratoire emporte avec lui, à l'état de vapeur d'eau, le liquide qui suinte sur la muqueuse, et détermine, par un mécanisme analogue à celui de certains *pulvérisateurs*, une véritable aspiration des larmes, aspiration qui retentit jusqu'à la glande et excite la sécrétion.

» C'est parce que cette excitation ne peut plus se produire lorsque le sac lacrymal est oblitéré, que la sécrétion des larmes diminue et qu'il ne survient pas d'épiphora après l'opération de l'*oblitération du sac*. Mais les malades privés de l'action lubrifiante des larmes sur la muqueuse des fosses nasales se plaignent de sécheresse et d'irritation dans le nez.

» Remarquons, en terminant, que les larmes, sans cesse attirées dans les fosses nasales par le fait même de la respiration, n'agissent pas seulement en s'opposant à l'action desséchante d'un courant d'air continuel; mais, par la vapeur d'eau qu'elles cèdent à l'air inspiré, elles entretiennent jusque dans le poumon l'humidité indispensable à l'échange des gaz.

» Par cette double action, la glande lacrymale devient un auxiliaire puissant de la respiration et pourrait être considérée comme un organe annexe de cette fonction. »

M. Lionnet demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui dans la séance du 27 décembre 1869, et qui contient une objection à la démonstration du *postulatum* d'Euclide telle qu'elle a été exposée par M. Bertrand.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel.

M. Boillot adresse une Note relative à la même question : l'auteur, qui s'est depuis longtemps occupé de ce sujet et qui en a fait l'objet de longues réflexions, fait voir qu'il est impossible de se passer de la considération de l'infini, quand on veut démontrer le *postulatum* d'Euclide.

M. J. Hoüel adresse, par l'intermédiaire de M. d'Abbadie, une « Note sur l'impossibilité de démontrer par une construction plane le principe de la théorie des parallèles, dit *postulatum* d'Euclide. »

M. Fuix appelle l'attention de l'Académie sur une démonstration du *postulatum*, indépendante de la considération de l'infini, qu'il a donnée dans

sa brochure intitulée « Programme d'un nouveau mode d'enseignement de la Géométrie élémentaire ».

Ces quatre Communications sont renvoyées, par décision de l'Académie, à la Commission nommée pour l'examen de cette question.

M. Chamard adresse une nouvelle Note concernant la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. D. Muller demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat trois Mémoires qui ont été adressés par lui, à diverses époques, sur les éléments du magnétisme terrestre.

CORRESPONDANCE.

M. Cornalia, nommé Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. l'Inspecteur général de la navigation adresse les états des crues et des diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont de la Tournelle et au pont Royal, pendant l'année 1869.

M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° une brochure de *M. A.-W. Williamson*, imprimée en anglais et ayant pour titre « De la théorie atomique »; 2° un volume de *M. H. Berthoud*, intitulé « Les petites chroniques de la science »; 3° une brochure de *M. A. de Lourmel*, portant pour titre « Le tir et la chasse sous Napoléon III. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la découverte, faite au cap de Bonne-Espérance, d'un insecte qui attaque la vigne.* Lettre de M. Drouyn de Lhuys à M. le Président.

« Le Secrétaire de la Société d'Agriculture du Cap de Bonne-Espérance me fait connaître, dans une Lettre qu'il vient de m'adresser, un fait que je crois devoir communiquer à l'Académie.

» Au moment où l'attention de nos viticulteurs est appelée sur la nouvelle maladie de la vigne qui sévit en France sur nos vignobles, la décou-

verte, faite au cap de Bonne-Espérance, d'un insecte qui attaque les vignes, me paraît avoir une certaine importance.

» L'attention du Dr Becker, entomologiste et micrographe allemand, fut d'abord excitée par l'apparence appauvrie de quelques vignes du district de Constance, et un nouvel examen lui fit découvrir, à l'aide du microscope, un petit et nouvel insecte du genre *acarus*, vivant sur les racines et entre l'écorce et le bois de la plante. Le préjudice causé par cet insecte sur le bois de la vigne est dû à ce qu'il perce avec sa trompe les vaisseaux à séve; ce liquide s'échappe par ces trous, et bientôt la vigueur du plant diminue et sa vitalité est détruite. En vous faisant connaître cette découverte, qui pourra aider à élucider quelques points d'une question qui intéresse notre Société, je dois mentionner que, jusqu'à présent, quoique beaucoup de vignes paraissent bien portantes, elles présentent une matière bleuâtre et molle au toucher; si l'on soulève l'écorce avec le doigt ou avec un instrument, on aperçoit, à l'aide du microscope, que cette matière est du sucre bien cristallisé; mais les vignes qui n'ont pas été soigneusement cultivées et les plants chétifs souffrent seuls de la présence de ces insectes et de l'écoulement du suc saccharin. »

MÉCANIQUE. — *Nouvelle méthode pour la solution des problèmes de la Mécanique* (deuxième partie). Note de **M. Piarron de Mondesir**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« 5. Questions d'aérodynamique. — Déterminer la vitesse V d'une veine gazeuse qui sort, à l'air libre et par un orifice très-petit de section ω, d'un récipient cylindrique de 1 mètre carré de section, où la pression totale est $p+\varpi$ et la densité (poids du mètre cube) ρ.

» Il y a, dans ce mouvement, perte de travail d'un côté et gain de l'autre. En égalant la perte au gain pendant l'instant dt, l'équation des magasins de travail donne

$$(1)\qquad V=\sqrt{\frac{2gp}{\rho(1-\omega^2)}};\qquad \text{soit}\qquad (2)\qquad V=\sqrt{\frac{2gp}{\rho}},$$

en négligeant ω^2, très-petit par hypothèse.

» Faisons $\rho=(\mu+1)\delta$, δ étant la densité du gaz sous la pression atmosphérique ϖ.

» 1° Le gaz ayant conservé sa chaleur de compression, on aura

$$(3)\qquad V=\sqrt{\frac{2g\varpi}{\delta}}\times\sqrt{\frac{\mu^2+2\mu}{\mu+1}};$$

» 2° Le gaz ayant perdu sa chaleur de compression, on aura

$$(4)\qquad V=\sqrt{\frac{2g\varpi}{\delta}}\times\sqrt{\frac{\mu}{\mu+1}};$$

» 3° Le gaz sortant dans le vide, on aura

$$\text{(5)} \qquad V = \sqrt{\frac{2g\varpi}{\delta}}.$$

» D'après cette théorie, le gaz franchit l'orifice avec toute sa pression et se détend ensuite latéralement en refoulant la pression atmosphérique. La loi de la détente à l'air libre est donc la même que celle de la détente en vase clos.

» *Force motrice d'un courant fluide.* — Si la vitesse de ce courant est constante, la force dont il s'agit aura pour expression, d'après l'équation (1) du n° 2,

$$\text{(6)} \qquad F = v\frac{dm}{dt} = m'v,$$

en désignant par m' la masse qui s'écoule par seconde.

» *Double pression des fluides élastiques.* — En remplaçant, dans la formule précédente, s'il s'agit d'un gaz, m' par $\frac{\rho v}{g}$, on obtient

$$\text{(7)} \qquad F = m'v = \frac{\rho v^2}{g} = 2p.$$

Cette loi est déjà établie pour les liquides. Je l'ai vérifiée par des expériences pour l'air comprimé (*voir* ma deuxième Communication aux Ingénieurs civils, octobre 1868).

» *Entraînement de l'air par l'air.* — Un jet d'air comprimé, dont la force est mV, étant lancé dans l'axe d'un tube ouvert à ses deux bouts, il y aura entraînement de l'air par l'air. Soit M la masse qui sort du tube par seconde avec la vitesse U, la loi de la double pression donne

$$\text{(8)} \qquad mV = \frac{MU}{2}.$$

» *Ventilation par l'air comprimé.* — Il suffit de quelques transformations pour obtenir la valeur de la vitesse d'entraînement U, savoir :

$$\text{(9)} \qquad U = \sqrt{\frac{2g\varpi}{\delta}} \times \frac{d}{D} \times \sqrt{2\gamma\mu},$$

d diamètre de l'ajutage, D diamètre du tube, γ coefficient de contraction de la veine aérienne, μ nombre d'atmosphères effectives de la pression de l'air moteur.

» 6. Sur la compressibilité des gaz permanents. — Un gaz permanent étant renfermé dans un cylindre vertical de longueur λ et de 1 mètre carré de section, si ϖ est la pression atmosphérique qui s'exerce à la base

du cylindre et q le poids du gaz, il est clair que le gaz pourra porter le piston massif $\varpi - q$, au-dessus duquel le vide existera. Ce piston $\varpi - q$ sera son *piston atmosphérique*. Si l'on comprime ce gaz par un poids p ajouté à ce piston, la loi théorique de Mariotte donnera

$$(\varpi - q)\lambda = (p + \varpi - q)(\lambda - x_1); \quad \text{soit} \quad (1) \quad \lambda - x_1 = \frac{\lambda}{1 + \frac{p}{\varpi - q}}.$$

» Les gaz permanents sont donc *inégalement compressibles*. Ils se compriment d'autant moins qu'ils sont plus légers.

» *Expériences de M. Regnault sur la compressibilité des gaz air, azote, acide carbonique et hydrogène.* — Les gaz étant comprimés par des colonnes mercurielles, le piston atmosphérique $\varpi - q$ se trouve remplacé par les pressions atmosphériques ϖ_0 et ϖ_1, qui s'exercent sur le sommet de ces colonnes.

» Soient $\varpi_0 - (\varpi - q) = Y_0$ et $\varpi_1 - (\varpi - q) = Y_1$.

» Pour les trois premiers gaz, on avait *toujours*, dans les expériences dont il s'agit, $Y_0 > Y_1$ et pour l'hydrogène on avait *toujours* $Y_0 < Y_1$.

» Ce qui explique pourquoi les écarts observés marchent dans le même sens pour les trois premiers gaz, et dans le sens contraire pour l'hydrogène.

» Du reste ces écarts peuvent se calculer, et j'en ai établi mécaniquement la formule. En comparant ainsi les écarts donnés par les expériences à ceux que la théorie indique, on trouve des différences très-petites et tout à fait négligeables pour les trois gaz permanents air, azote et hydrogène.

» Les belles expériences de M. Regnault sont donc une vérification éclatante de la loi théorique de Mariotte.

» 7. Mouvements vibratoires des corps élastiques. — La nouvelle méthode permet de déterminer très-simplement le nombre de vibrations N par seconde d'un corps élastique vibrant, quand son centre de gravité se déplace également de part et d'autre de la position d'équilibre.

» Le corps étant disposé pour que le magasin statique reste constant pendant le mouvement vibratoire, s'il s'agit d'un corps solide, le travail ne prendra que les deux formes dynamique et élastique.

» Au moment où la vitesse est nulle, le corps est à son maximum de déformation, et possède le magasin élastique maximum. . . . . . E_1

» Dans une position quelconque, le corps possède :

» 1° Le magasin élastique. . . . . E;

» 2° Le magasin dynamique. . . . . D.

» L'équation des magasins de travail est donc

(1) $$D = E_1 - E.$$

» Soit maintenant e le déplacement du centre de gravité du corps vibrant ou de la portion de corps vibrant dont la masse est m, j'aurai d'abord

(2) $$D = \frac{m}{2}\left(\frac{de}{dt}\right)^2.$$

E est évidemment fonction de e. Je puis donc poser

(3) $$E = f(e) = f(0) + f'(0)e + f''(0)\frac{e^2}{2} + f'''(0)\frac{e^3}{2.3} + f^{\text{IV}}(0)\frac{e^4}{2.3.4} + \ldots.$$

» Dans les conditions où le problème est posé, on a nécessairement

$$f(0) = 0, \quad f'(0) = 0, \quad f'''(0) = 0, \ldots$$

» On a donc simplement, en négligeant les puissances paires de e supérieures à la seconde,

(4) $$E = f''(0)\frac{e^2}{2} = Ae^2.$$

» L'équation (1) devient alors

(5) $$\frac{m}{2}\left(\frac{de}{dt}\right)^2 = A(e_1^2 - e^2).$$

» J'en tire, pour le temps employé par le corps vibrant, à passer d'une position extrême à la position d'équilibre,

(6) $$t = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{2A}}.$$

» Le nombre N de vibrations complètes par seconde étant égal à $\frac{1}{4t}$, j'obtiens finalement

(7) $$N = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2A}{m}}.$$

» Le coefficient se déterminera, dans chaque cas particulier, par la relation

(8) $$A = \frac{E_1}{e_1^2}.$$

» Cette formule générale (7) va me permettre de déterminer le nombre de vibrations transversales et longitudinales des cordes flexibles et des verges élastiques, ainsi que la vitesse du son dans les verges élastiques. En l'appliquant aux vibrations des colonnes gazeuses, elle me conduira, avec

le concours de la nouvelle théorie de la compression et de la détente des gaz, à la *véritable* valeur de la vitesse théorique du son dans un gaz permanent. »

CHIMIE. — *Action du chlore sec sur l'azotate d'argent desséché.* Note de **MM. Odet et Vignon**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une Note sur une nouvelle méthode de préparation de l'acide azotique anhydre, que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 29 novembre 1869, nous disions : « On pourrait peut-» être expliquer la préparation donnée par M. Henri Sainte-Claire Deville, » pour obtenir l'acide azotique anhydre, en admettant deux phases dans » la réaction. Dans la première, il y aurait production de chlorure d'azo-» tyle avec dégagement d'oxygène, puis réaction du chlorure d'azotyle sur » l'excès d'azotate d'argent. »

» Les équations de ces réactions seraient :

1°
$$\left.\begin{matrix} AzO^4 \\ Aq \end{matrix}\right\} O^2 + \begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix} = \begin{matrix} Cl \\ Aq \end{matrix} + O^2 + \begin{matrix} AzO^4 \\ Cl \end{matrix},$$

2°
$$\begin{matrix} AzO^4 \\ Cl \end{matrix} + \left.\begin{matrix} AzO^4 \\ Aq \end{matrix}\right\} O^2 = \begin{matrix} Cl \\ Aq \end{matrix} + \left.\begin{matrix} AzO^4 \\ AzO^4 \end{matrix}\right\} O^2.$$

» Nous soumettons aujourd'hui à l'Académie le résultat des expériences que nous avons entreprises, pour vérifier cette manière d'expliquer la méthode de préparation donnée par M. H. Sainte-Claire Deville.

» Nous avons pu constater qu'il se formait du chlorure d'azotyle, par l'action du chlore sec sur l'azotate d'argent desséché. L'appareil que nous avons employé est celui que décrit M. H. Sainte-Claire Deville dans son Mémoire (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVIII, p. 241).

» Le tube à azotate d'argent contenait 80 grammes de ce sel; on le maintenait à une température comprise entre 95 et 100 degrés. Le courant de chlore sec était réglé de telle manière, qu'il ne passait qu'un litre de gaz en deux heures.

» Au bout de cinq heures, nous avons obtenu environ 2 centimètres cubes d'un liquide sans cristaux, condensé dans le petit réservoir. Nous avons détaché le tube à azotate d'argent du tube condenseur, en laissant ce dernier plongé dans le mélange réfrigérant; puis, pour chasser l'excès de chlore, nous avons fait passer un courant d'acide carbonique sec, jusqu'à ce que les vapeurs entraînées ne décolorassent plus la teinture de tournesol.

» Le liquide restant présentait les caractères suivants : il était légèrement coloré en jaunebrunâtre. Le contact de la main suffisait pour le faire bouillir. Traité par l'eau, il s'y dissolvait sans production de vapeurs rutilantes. La solution acide donnait, par l'azotate d'argent, un très-abondant précipité blanc, caillebotté, de chlorure d'argent; elle contenait une forte proportion d'acide azotique.

» Ces réactions, que présente aussi le chlorure d'azotyle, nous autorisent à dire que ce corps prend naissance dans l'action du chlore sec sur l'azotate d'argent desséché; elles viennent donc justifier ce que nous avions avancé sur le mode de formation de l'acide azotique anhydre, dans la méthode de préparation de M. H. Sainte-Claire Deville.

» Pour faciliter aux chimistes les moyens de reproduire la préparation de l'acide azotique anhydre, nous croyons utile d'indiquer ici une légère modification apportée au système d'ajustage que M. H. Sainte-Claire Deville décrit dans son Mémoire (p. 248). Ce système permet d'employer un appareil formé de plusieurs pièces, en évitant les soudures, qui sont toujours fort difficiles, pour les appareils d'une grande longueur. Voici en quoi il consiste.

» Pour raccorder deux tubes, on fait au tube abducteur un renflement dont le diamètre extérieur soit à peu près égal au diamètre intérieur du second tube; au-dessus de ce renflement, on tasse, entre les deux tubes, 2 ou 3 centimètres d'amiante, puis on coule 3 centimètres de paraffine fondue. C'est ainsi que, dans notre appareil, le tube abducteur du chlore était relié au tube à azotate d'argent, et que ce dernier était ajusté au tube condenseur. La paraffine a parfaitement résisté, durant tout le cours de l'expérience, et à l'action du chlore sec sous pression, et à l'action des vapeurs de chlorure d'azotyle. Nous avions aussi employé ce mode d'ajustage dans notre préparation de l'acide azotique anhydre; la paraffine n'avait pas été attaquée.

» Ce travail a été fait au laboratoire de la Faculté des Sciences de Lyon, sous la direction de notre professeur M. Loir. »

CHIMIE. — *Synthèse de l'acide sulfhydrique; par* **M. A. Boillot.**

« J'ai déjà eu occasion de signaler la combinaison directe de la vapeur de soufre avec l'hydrogène, à la température rouge.

» Aujourd'hui, je viens communiquer à l'Académie le résultat que

j'ai obtenu, en cherchant à effectuer la combinaison du soufre avec le gaz hydrogène, au moyen de l'électricité. Dans un dé à coudre, rempli de fleur de soufre, j'ai fait arriver deux fils de platine, dont les extrémités étaient distantes de 3 ou 4 millimètres. Ces fils métalliques étaient isolés en passant chacun dans un tube de verre recourbé et fermé à ses deux extrémités avec de la cire à cacheter. Les deux tubes étaient fixés verticalement l'un contre l'autre et s'élevaient de $1\frac{1}{2}$ décimètre environ, sur un vase d'eau dans lequel ils plongeaient de quelques centimètres. Les autres extrémités de ces tubes, recourbés en dehors, permettaient de mettre les fils de platine en communication directe avec les électrodes d'une bobine de Ruhmkorff, produisant l'étincelle d'induction au moyen de 4 éléments ordinaires de la pile de Bunsen.

» Avant de produire l'étincelle, j'ai rempli avec de l'hydrogène, recueilli sur l'eau, une éprouvette d'un peu plus d'un demi-litre de capacité.

» J'ai ensuite recouvert l'ensemble des tubes verticaux portant le dé à leur sommet, avec cette éprouvette, ayant eu soin, pendant cette opération, de laisser dégager de l'hydrogène dans l'éprouvette (renversée bien entendu), jusqu'à ce que les tubes fussent plongés dans son atmosphère.

» L'éprouvette reposait ainsi sur l'eau, et j'eus la précaution, pendant quelque temps encore, de laisser dégager le gaz hydrogène dans son intérieur, afin de me mettre aussi complétement que possible à l'abri de l'action de l'air.

» Les choses ainsi disposées, je fis jaillir l'étincelle pendant plus d'une demi-heure. Le soufre, en se volatilisant, communiquait à la lumière électrique une belle teinte bleue. L'eau monta de quelques centimètres dans l'éprouvette, et je pus constater la formation d'une très-notable quantité d'hydrogène sulfuré. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Analyse des eaux contenues dans les terres arables; par* **M. Th. Schlœsing.**

« Depuis que certains principes minéraux ont été reconnus nécessaires à la végétation, on s'est beaucoup occupé des conditions de leur assimilation. On a d'abord admis qu'ils ne pouvaient être absorbés qu'après avoir été dissous dans l'eau du sol. Les mémorables expériences de MM. Huxtable et Thompson, et de M. Way sur la propriété absorbante des terres, ont modifié cette opinion, et plusieurs savants éminents, M. Liebig entre autres, ont attribué aux racines le pouvoir d'assimiler directement les

alcalis et les phosphates précipités sur les particules de la terre arable. Un assez grand nombre d'expériences ont été instituées sur ce sujet, surtout en Allemagne : mais dans les documents venus à ma connaissance, je n'ai pas encore rencontré d'analyses des solutions contenues dans les sols cultivés, analyses qui semblent cependant essentielles dans la question débattue. Les eaux de drainage, dont la pauvreté a servi d'argument, recueillies après avoir filtré sur un mètre de terre, ne peuvent représenter fidèlement la dissolution qui imbibe la couche arable. Les lysimètres de MM. Fraas et Zoeller, qui donnent l'eau de drainage de cette seule couche, fournissent des éléments de discussion plus utiles; toutefois les sols ne s'égouttent que sous certaines conditions indépendantes de l'observateur, et les lysimètres ne sauraient recueillir la solution existant à un moment donné, à une profondeur donnée, sous des conditions données de température, de composition d'atmosphère confinée, d'humectation.

» La méthode que j'ai fait connaître (*Comptes rendus*, 1866) pour déplacer et obtenir les eaux contenues dans les sols est certainement plus propre à l'étude des corps dissous : elle permet d'opérer au laboratoire et dans les circonstances les plus variées. Depuis sa publication, je l'ai sensiblement améliorée : j'opère actuellement sur 30 à 35 kilogrammes de terre émiettée dans une grande cloche à douille, au moment même où elle est prélevée sur le champ. La pluie artificielle chargée de déplacer la solution est distribuée par un mécanisme dont le moteur est un petit tourniquet hydraulique. Je ne puis décrire ici l'appareil; je dirai seulement qu'il distribue la pluie aussi lentement qu'on le veut, par exemple un demi-litre en vingt-quatre heures, et avec une telle uniformité que la ligne de démarcation entre la nuance de la terre saturée d'eau et celle de la terre simplement humide se maintient constamment horizontale, pendant sa descente, qui peut durer trois, quatre et même huit jours. Je dirai encore que les dispositions adoptées dans mes expériences permettent d'analyser l'air confiné dans la terre, d'y faire circuler de l'air pur ou chargé d'un taux voulu et constant d'acide carbonique; que les liquides sont recueillis à l'abri de l'air, sous l'atmosphère même de la terre, précaution qui évite la déperdition de l'acide carbonique et le dépôt des matières que ce gaz retient en dissolution.

» Je ne puis non plus m'étendre sur mes procédés d'analyse : je sais cependant combien il est nécessaire d'indiquer les méthodes à côté des résultats; je renvoie sur ce sujet au Mémoire détaillé que je prépare. Qu'il me soit seulement permis d'appeler l'attention sur le dosage de l'acide carbo-

nique dans les eaux : on détermine cet acide en deux fois; une première ébullition donne celui qui est libre ou engagé dans les bicarbonates; une seconde ébullition, après addition d'un acide, donne celui des carbonates neutres. Or j'ai constaté que, dans une liqueur bouillante, la silice dissoute décompose partiellement les carbonates de chaux et de magnésie; de là une certitude jusqu'ici inévitable : la première opération donne un excès de gaz si elle est trop prolongée, ou une perte si elle ne l'est pas assez. On ne sera donc pas étonné si, dans mes analyses, il n'y a pas égalité absolue entre la somme des équivalents des bases et celle des équivalents des acides (non compris la silice et l'acide carbonique dégagé par la première ébullition).

» Je crois utile de fournir quelques renseignements sur les terres qui m'ont servi :

A { *a* Champ de Boulogne (Seine) cultivé, sans engrais, en tabac, depuis dix ans.
{ *b* Même champ, même culture, engraissé avec nitrate de potasse, cendres, terreau.

B { *a* Champ à Issy (Seine), récolte de 1869 : 39 hectolitres de blé.
{ *b* Même champ.
{ *c* Même champ traversé, du 24 avril au 12 mai, par de l'air pur.
{ *d* Même champ traversé, du 24 avril au 6 mai, par de l'air contenant 24 pour 100 CO^2.

C Champ à Neauphle-le-Château (Seine-et-Oise).

D { *a* Autre champ à Neauphle, récolte 1869 : 28 hectolitres de blé.
{ *b* Même champ.

E { *a* Autre champ à Neauphle, récolte 1869 : 73 hectolitres d'avoine.
{ *b* Même champ traversé, du 28 mars au 9 avril, par de l'air contenant 13 pour 100 CO^2.
{ *a'* C'est *a* qui, après un premier déplacement, a été traversé, du 9 au 14 avril, par de l'air contenant 25 pour 100 CO^2.
{ *c* Même champ.

F { *a* Autre champ à Neauphle, récolte : 34 hectolitres de blé.
{ *b* Même champ.

G { *a* Autre champ à Neauphle, récolte : 35 hectolitres de blé.
{ *a'* C'est *a* qui, après un premier déplacement, a été traversé, du 15 au 21 avril, par un courant d'air contenant 23 pour 100 CO^2.
{ *b* Même champ.

Analyses mécaniques.

		A	B	C	D	E	F	G
Gravier		6,1	4,0	17,0	9,6	3,4	3,8	3,7
Résidu de la décantation	Sable siliceux	24,8	22,6	39,4	44,1	22,4	21,8	22,9
	Sable calcaire	20,2	21,4	0	0	0	0	0
Terre décantée.	Sable fin	20,6	11,5	27,2	25,6	53,9	54,4	55,5
	Calcaire	18,4	19,7	indét.	2,4	0,37	0,63	0,28
	Argile	9,3	18,4	12,7	15,8	18,4	17,0	15,7
Débris organiques		»	2,3	2,6	2,9	1,5	1,7	1,9
Terre sèche		99,4	100,1	98,9	100,4	99,97	99,33	99,98

Analyses des solutions.

TERRES.	DATE de L'ÉCHANTILLONNAGE.	HUMIDITÉ de la TERRE.	TAUX pour 100 d'acide carbonique dans ces TERRES.	ACIDE CARBONIQUE. 1re ébullition.	ACIDE CARBONIQUE. 2e ébullition.	UN LITRE DE SOLUTION RENFERME, EXPRIMÉS EN MILLIGRAMMES, AMMONIAQUE.	MATIÈRE organique.	ACIDE nitrique.	CHLORE.	ACIDE sulfurique.	ACIDE phosphorique et fer.	SILICE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	POTASSE.	SOUDE.
	1869															
A *a*	25 juin...	19,1	0,49	45,5	72,5	"	37,5	305	7,4	57,9	0,8	29,1	264,2	13,5	6,9	7,8
A *b*	id.....	18,8	0,54	91,3	107,9	"	89,9	332,4	6,7	74,5	2,8	32	227,2	20,2	156,8	14,3
B *a*	7 février.	21,4	1,40	"	"	2,4	"	154,4	6,7	24,3	"	18,9	309,1	"	"	"
B *b*	24 avril...	15,85	2,55	251	230	"	64,1	56,8	5,6	49,9	0	26	300,8	20,8	2,8	27
B *c*	id.....	15,85	0,15	58,8	57,6	"	57,8	152,4	13,9	56,2	0	21	177,6	12,1	0,8	27,7
B *d*	id.....	15,85	24,0	925	512,5	"	87,3	230,6	12,1	49,8	0	33,6	694,1	46,7	2,6	38,5
C......	24 février.	21,8	1,37	194,3	178,7	0,3	"	15	5,1	13,9	"	52,9	217,6	18,7	11,8	26,5
D *a*	id.....	18,7	0,72	134,6	103,2	0	"	135	12,2	11,55	"	48,4	204,8	15,1	0	24,2
D *b*	7 juillet..	16,25	"	"	"	"	47,3	573	39,2	36,3	0,5	23,3	414,1	35,2	2,9	18,7
E *a*	26 mars...	18,25	0,9	110,6	67,4	0	36,8	362	35,2	39	0,5	22,6	300,9	19,6	4,8	29,8
E *b*	id.....	18,25	13,0	500,4	260	0,7	54,7	428	30,3	28,9	0,7	40,5	538	32,3	5,4	37,8
E *a'*	id.....	saturée	25,0	720,8	308,7	"	51,8	456	32,2	52	1,4	47	608,7	33,9	4,9	42,5
E *c*	7 juillet..	15,25	"	"	"	"	24	593,4	46,1	46,3	0,5	32	399,2	25,3	3	37,2
F *a*	26 mars...	19,75	1,5	178,1	157,1	0,8	47,3	99,8	12,6	27,8	1,5	31	241,9	17,9	5,1	21,8
F *b*	7 juillet..	15,35	1,09	104,8	92,2	"	30,9	463,2	26	48,7	0,7	29,3	353,9	21,9	2,7	26,3
G *a*	26 mars...	19,6	2,1	106,6	88,7	0,46	32,6	83	17,3	22,2	0,8	31,6	131,8	16,6	5,1	21,4
G *a'*	id.....	saturée	23,0	691	335	"	79,3	"	15,7	30,6	"	48,5	336,1	46,4	5,4	37,3
G *c*	7 juillet..	15,6	1,38	49,4	34,3	"	30,9	555,4	31,7	39,7	0,2	23,3	311,4	33,6	3,4	36

Les quantités de calcaire de D, E, F, G sont calculées d'après le dosage direct de CO^2;

Les quantités de chaux correspondantes seraient.	1,37	0,21	0,35	0,16 p. 100.
Or le dosage direct de la chaux donne........	1,52	0,36	0,54	0,33

Une partie de celle-ci est donc engagée en combinaison avec des corps autres que l'acide carbonique.

» Si l'Académie veut bien m'y autoriser, je discuterai les chiffres présentés dans le tableau des analyses des solutions, page 101, dans une prochaine Communication. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Réponse à la dernière Note de* M. Gaudin, *sur la fabrication de pierres précieuses artificielles.* Note de **M. Feil.** (Extrait.)

« Je ne suivrai pas M. Gaudin sur le terrain où il se place, et j'attendrai avec confiance la décision de la Commission qui doit comparer les résultats que nous avons obtenus l'un et l'autre.

» Quant à la question de priorité, en présentant mes premiers essais à l'illustre Secrétaire perpétuel de l'Académie, j'ai dit déjà que leur seule prétention était d'être la continuation et l'application des procédés Ebelmen. J'ajoutais, dans une Lettre écrite le 22 décembre à M. Dumas : « Ce sera » pour moi l'occasion de constater, une fois de plus, que c'est toujours la » science qui prépare les progrès de l'industrie. »

» Que M. Gaudin ait eu, il y a plusieurs années, l'idée de fondre des corps durs, de faire des aluminates, je ne le conteste pas. Mais Berthier avait publié ses intéressants essais dès 1832, et il n'a jamais été interdit à un industriel de chercher dans les travaux des maîtres de la science les enseignements dont il a besoin.

» Je ne me suis pas présenté comme ayant inventé, mais bien comme ayant mis à profit les travaux de deux savants, Berthier et Ebelmen. »

ZOOLOGIE. — *Études sur la morphologie des Mollusques* (*Acéphales lamellibranches*). Note de **M. Lacaze-Duthiers**, présentée par M. de Quatrefages.

« Entre toutes les formes variées des Mollusques, celle de l'Acéphale lamellibranche se présente comme le type à la fois le plus simple, le plus symétrique, et, par cela même, le plus facile à interpréter. Aussi devra-t-elle être prise pour terme de comparaison quand, arrivant à la partie synthétique de ces recherches, j'essayerai de caractériser les principaux groupes de ce grand embranchement.

» Mon dessein, aujourd'hui, est d'appeler l'attention sur quelques rapports importants qui, pour être bien connus, n'ont cependant pas été utilisés comme ils pouvaient l'être. Parmi les Acéphales lamellibranches, je choisirai l'Anodonte de nos étangs, parce qu'il est le type le plus normalement développé. En effet, son pied, son manteau, sa moitié supérieure opposée à sa moitié inférieure, ses moitiés symétriques latérales, par une juste pondération de leur développement, semblent n'avoir point empiété les uns sur les autres.

» Les malacologistes sont loin d'être d'accord sur la position qu'il convient de donner au bivalve; sans discuter les opinions diverses, je rappellerai qu'invariablement, pour tous les animaux dont je fais l'étude, je pose la bouche en haut; ici, j'ajoute que je place le pied en avant et la charnière en arrière.

» Ainsi posé, l'Anodonte peut être partagé, par un plan vertical antéropostérieur, en deux moitiés latérales symétriques égales, et, par un plan horizontal, en deux autres moitiés, l'une supérieure, l'autre inférieure, à peu près équivalentes par leur développement. C'est là ce qui caractérise le type régulier de l'Acéphale lamellibranche que représente l'Anodonte, et dont on doit partir pour expliquer toutes les variations, en supposant telle moitié ou telle partie de ces moitiés considérablement développée, par rapport aux autres, restées stationnaires.

» Il ne sera question, en ce moment, que des rapports du tube digestif avec les muscles adducteurs des valves, rapports qui ne varient jamais et qui permettent d'arriver aux interprétations morphologiques les plus précises.

» Les deux valves de la coquille, doublées par le manteau qui les a produites, sont rapprochées, on le sait, par deux muscles adducteurs qu'on peut représenter par deux cylindres, l'un supérieur, l'autre inférieur, insérés perpendiculairement à la face interne de la coquille, tout près de ses deux extrémités.

» Pour dégager la description de tous les détails et la rendre plus claire, représentons par un croissant le tube digestif, en supprimant par la pensée les circonvolutions, ne voyant que le trajet courbe du tube qui de la bouche conduit à l'anus, et supposant le canal digestif dans le plan médian antéropostérieur.

» Ainsi réduit schématiquement, l'organe de la digestion offre des rapports constants avec les muscles adducteurs. L'une de ses extrémités, la bouche, se place au-dessous du muscle supérieur qu'on peut appeler *buc-*

cal; l'autre, l'anus, est en arrière et en bas du muscle inférieur, qui mérite pour cela le nom d'*anal.* La convexité de la courbe répond à la charnière, tandis que sa concavité est ouverte en avant. En d'autres termes, le cylindre musculaire adducteur buccal repose sur l'extrémité supérieure de l'arc de cercle du côté de la convexité, tandis que le muscle anal est dans la concavité et repose sur l'extrémité inférieure.

» Qu'on le remarque, il n'y a qu'un muscle adducteur dans la courbe, et, comme les rapports indiqués sont constants, il ne peut y en avoir qu'un, ce qui revient à dire encore qu'il n'y a entre les deux muscles qu'un seul des orifices des organes de la digestion, et qu'il ne peut y en avoir qu'un.

» L'organisation du Lamellibranche tordue, allongée, avortée en partie, défigurée même, varie quelquefois considérablement; mais les rapports indiqués ici restent immuables. On peut voir un groupe de ganglions nerveux se déplacer et perdre des rapports importants de voisinage, tandis que le tube digestif relativement aux muscles ne change pas.

» Dans la concavité de la courbe décrite par l'appareil de la digestion, entre les deux muscles adducteurs, on voit aussi une masse médiane, comparable à la bosse antérieure de Polichinelle : c'est le corps proprement dit, dans lequel sont contenus les glandes génitales, le foie, les circonvolutions intestinales, une partie des corps de Bojanus, et dont la partie médiane antérieure, éminemment musculaire, forme le pied.

» Il faut remarquer encore ici deux rapports constants, qui ne font jamais défaut. En effet, la bouche sépare toujours cette masse viscérale du muscle adducteur, supérieur ou buccal, et la masse viscérale elle-même est toujours interposée entre la bouche et le muscle anal ou inférieur.

» Deux exemples suffisent pour montrer la valeur de ces rapports.

» Lorsque le Lamellibranche devient ce que Lamarck appelait un *monomyaire* (Huître, Pecten, etc.), un seul muscle adducteur existe. Alors comment reconnaître lequel des deux il représente? En suivant le tube digestif dans ces animaux on voit d'abord que la bouche, toujours reconnaissable à ses palpes, est séparée du muscle par la masse viscérale, enfin que le trajet du tube digestif pris dans son ensemble représente une courbe ayant le muscle unique dans sa concavité. D'après ce qui a été dit plus haut, ce ne peut être que le muscle anal ou inférieur. Il faut donc admettre l'avortement du muscle adducteur supérieur ou buccal.

» Comment pouvoir supposer, en présence de ces faits précis, que le muscle unique de l'Huître ou du Pecten, parce qu'il offre deux zones de

tissus différents, est le résultat du rapprochement et de l'union des deux muscles adducteurs? Quand il n'y a qu'un muscle, il ne peut être qu'au-dessus ou au-dessous de la bouche, et, dans chacun des cas, sa position suffit à elle seule pour indiquer et fixer sa nature.

» L'espace manque ici pour pouvoir expliquer toutes les variations de forme que l'on rencontre dans le groupe des Lamellibranches : aussi ne prendrai-je qu'un autre exemple.

» Le Taret a deux valves rudimentaires fort petites, unies par un muscle relativement puissant ; mais, vers le milieu du long tube que représente son corps, on trouve deux pièces calcaires, sur la nature morphologique desquelles les malacologistes sont loin de s'entendre. Le muscle qui unit ces dernières a été considéré par M. Valenciennes comme le muscle adducteur inférieur, opinion acceptée par quelques naturalistes. Mais que l'on suive les tours et détours décrits par l'intestin, et l'on verra sa dernière partie, le rectum, remonter au-dessus et passer en arrière du muscle unissant les deux petites valves supérieures ; en définitive, ce muscle se trouve dans la concavité de la courbe intestinale, et, dès lors, forcément, sans le moindre doute possible, il représente le muscle inférieur anal, resté très-haut dans cet organisme singulier, dont la moitié inférieure s'est prodigieusement allongée comparativement à la partie supérieure.

» Entre l'Anodonte et le Taret, il n'y a au fond qu'une différence en plus ou en moins dans l'accroissement des parties; dans le premier, la moitié supérieure est égale à la moitié inférieure; dans le second, toute la partie du corps supérieure au muscle anal, y compris les coquilles, reste à l'état presque rudimentaire, tandis que la partie qui est au-dessous s'allonge excessivement. Les organes ne peuvent trouver place entre les deux petites valves, et les branchies, comme la partie du corps comparée à la bosse de Polichinelle, passant pour ainsi dire à la filière, viennent se loger dans le tube formé par la partie inférieure démesurément développée.

» Voilà deux cas extrêmes qu'il est possible, on le voit, de ramener au même type. Dans un prochain travail sur l'organisation de l'Arrosoir, l'un des Acéphales les plus déformés, les plus méconnaissables, il sera facile de montrer qu'on peut retrouver l'archétype ou le plan du groupe, en se laissant guider par les rapports indiqués ici, car leur fixité ne se dément jamais. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *L'intelligence des animaux est-elle en rapport avec le développement des centres nerveux?* Note de **M. P. Colin**. (Extrait par l'Auteur.)

« On a cherché depuis longtemps à mesurer l'intelligence de l'homme et des animaux par le volume de l'encéphale; mais les documents recueillis dans ce but par Haller, Cuvier, Carus, Leuret, sont encore loin de donner des éléments suffisants à la solution du problème. En effet, d'une part, on s'est souvent contenté, surtout pour l'homme et les grandes espèces, de mettre en regard le poids des centres nerveux avec le poids du corps évalué par simple approximation; d'autre part, on n'a pas fait assez de pesées, dans chaque espèce, pour obtenir une relation moyenne vraie, entre des organes dont la masse change peu et le corps qui éprouve des variations énormes.

» C'est pour arriver à des déterminations plus exactes, que j'ai pesé tous les animaux sur lesquels ont porté mes recherches, et que j'ai pris, pour chaque espèce, un grand nombre d'individus d'âges, de races, de sexes différents et à divers degrés de maigreur ou d'embonpoint. J'ai pesé successivement l'animal entier, le cerveau, le cervelet, le mésocéphale et le bulbe, la moelle épinière; puis j'ai établi les rapports de ces parties entre elles et avec le poids du corps. Mes résultats, qui ne portent, cette fois, que sur les animaux domestiques, sont résumés dans onze tableaux.

» En les dépouillant, on peut voir :

» 1° Que le rapport entre le poids des centres nerveux, pris en bloc, et celui du corps varie, dans de très-grandes limites, non-seulement d'espèce à espèce, mais encore dans une même espèce, surtout suivant l'âge des sujets, le degré de développement du système musculaire, l'état du système adipeux.

» 2° Que la masse cérébrale ou encéphalique est, proportionnellement à la taille, beaucoup plus considérable dans les petits animaux que dans les grands. Aussi l'homme se trouve-t-il, quant au volume du cerveau, inférieur à plusieurs singes, à divers carnassiers tels que la belette, aux petits rongeurs et même à un grand nomdre d'oiseaux comme la mésange, le chardonneret, etc.

» 3° Que dans la même espèce animale, le volume des centres nerveux est, relativement à la masse du corps, en raison inverse de l'âge; qu'ainsi les jeunes sujets peuvent avoir 2, 3, 4, 6 et jusqu'à 8 fois autant de cerveau que les adultes.

» 4° Que les animaux domestiques se trouvent classés, d'après le poids de leur encéphale, dans l'ordre suivant, qui n'est pas exactement celui de leur intelligence : chat, chien, lapin, mouton, âne, porc, cheval et bœuf: le premier a environ six fois autant de cerveau que les deux derniers.

» 5° Que, dans les espèces dont les races sont de statures très-différentes, les plus petites ont proportionnellement le plus grand cerveau, quel que soit leur degré relatif d'intelligence.

» 6° La masse de la moelle épinière n'est constamment en rapport ni avec le poids de l'encéphale, ni avec celui du corps, ni avec la puissance musculaire des animaux : elle peut être très-petite chez les animaux à grand cerveau ou énorme dans le cas contraire; elle est souvent deux ou trois fois aussi considérable sur les petites espèces que sur les grandes.

» En somme, il n'y a pas, chez les animaux, de relation exacte entre le volume de l'encéphale et le degré d'intelligence constaté par l'observation. Conséquemment les animaux seraient mal classés au point de vue psychologique, s'ils l'étaient d'après les poids de leurs centres nerveux. »

M. P. Verdeil adresse une Note ayant pour objet d'indiquer deux expériences à réaliser au moyen du pendule, expériences qui lui paraissent devoir faire connaître, si les observations sont faites avec une grande précision, la loi suivant laquelle varie la résistance de l'air avec la vitesse.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bertrand.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 10 janvier 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. Decaisne, Membre de l'Institut; liv. 103. Paris, 1870; in-4°, texte et planches.

Tableaux de population, de culture, de commerce et de navigation, formant, pour l'année 1867, *la suite des tableaux insérés dans les Notices statistiques sur les colonies françaises.* Paris, 1869; in-8°.

Flore vogéso-rhénane, t. Ier, comprenant les plantes dicotyles pétalées; *par* M. F. KIRSCHLEGER. Paris, 1869; in-12. (Présenté par M. Brongniart.)

Des maladies simulées et des moyens de les reconnaître. Leçons professées au Val-de-Grâce par M. E. BOISSEAU, médecin-major. Paris, 1870; 1 vol. in-8° avec figures. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Des accidents de la foudre : autopsie; par M. SONRIER. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Mémoire sur l'aphasie ou dysphasie traumatique; par M. A. MARTIN. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Mémoire sur quelques phénomènes nerveux sympathiques qui se produisent pendant l'inflammation aiguë de la membrane du tympan, etc.; par M. BONNAFONT. Paris, 1869; br. in-8°. (Extrait du journal *l'Union médicale.*) [Présenté par M. le Baron Cloquet.]

Les petites chroniques de la Science; par M. S.-H.-Henry BERTHOUD, 9e année. Paris, 1870; in-12.

La campagne d'Italie en 1859 au point de vue médico-chirurgical et administratif. Statistique médico-chirurgicale de la campagne d'Italie; par M. J. CHENU. Paris, 1869; br. in-8°.

On... *Sur la théorie d'Hansen concernant la constitution physique de la Lune*; *par* M. NEWCOMB. Washington, 1869; opuscule in-8°. (Présenté par M. Delaunay.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 27 décembre 1869.)

Page 1382, ligne 7, *au lieu de* non levé, *lisez* levé.

(Séance du 3 janvier 1870.)

Page 29, ligne	7,	colonne 7,	*au lieu de*	2,2,	*lisez*	2,4.
»	25,	»	»	2,204,	»	2,133.
»	26,	»	»	1,955,	»	2,05.
»	27,	»	»	1,926,	»	2,025.
»	28,	»	»	1,916,	»	2,35.
»	29,	»	»	1,916,	»	1,85.

Page 30, ligne 11, colonne 9, *au lieu de* 0,093, *lisez* 1,093.
» 37, *au lieu de* 0,996, *lisez* 0,994.